



UNIVERZITA KARLOVA
1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapeut

Jana Valchová

Procesní kontaminanty v potravinách,
jejich výskyt a negativní účinky

Process contaminants in food,
their occurrence and negative effects

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Milena Bušová, CSc.

Praha, 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem řádně uvedl/a a citoval/a všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím/~~Nesouhlasím~~ s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 26. 4. 2018.

JANA VALCHOVÁ

.....

Podpis

Identifikační záznam

VALCHOVÁ, Jana. *Procesní kontaminanty v potravinách, jejich výskyt a negativní účinky. [Process contaminants in food, their occurrence and negative effects]*. Praha, 2018. 71 s., 2 příl. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, III. interní klinika - endokrinologie a metabolismu VFN a 1. LF UK. Vedoucí práce RNDr. Milena Bušová, CSc.

ABSTRAKT

Procesní kontaminanty jsou teprve několik desetiletí známými látkami, které přirozeně vznikají v potravinách při některých tepelných úpravách a jsou nebezpečné pro zdraví člověka. Existují studie, které dokazují jejich karcinogenitu a mutagenitu. Jejich dlouhodobé účinky na zdraví člověka ještě nejsou bezpečně známy. Cílem dotazníkového šetření, které bylo součástí práce, bylo zmapovat stravovací návyky vzorku populace a jeho znalost v oblasti kvality a bezpečnosti potravin. Byly kladeny otázky týkající se frekvence používání některých rizikových tepelných úprav a frekvence konzumace pochutin a potravin, které často obsahují nebezpečné kontaminanty. Přestože si je dotazovaná veřejnost vcelku vědoma rizika plynoucího z některých tepelných úprav potravin, jako je smažení, grilování, uzení a pečení, stále u ní často vítězí chuť a vůně nad zdravotní bezpečností. Otázkou procesních kontaminantů se čím dál více zabývají instituce po celém světě. Co ale může udělat běžný konzument pro své zdraví v této problematice, se příliš neliší od obecných doporučení týkajících se zdravého životního stylu – používat méně škodlivé způsoby tepelných úprav potravin, konzumovat převážně čerstvou stravu, dbát na dostatek ovoce, zeleniny a vlákniny a zajímat se o složení výrobků, které kupuje.

klíčová slova: procesní kontaminanty, tepelné úpravy potravin, akrylamid, furan, 3-MCPD

ABSTRACT

Process contaminants are yet just a few decades known substances that naturally occur in food in some heat treatments and are dangerous to human health. There are studies demonstrating their carcinogenicity and mutagenicity. Their long-term effects on human health are not yet known. The aim of the questionnaire survey, which was part of the work, was to map the eating habits of a population sample and its knowledge of food quality and safety. Questions have been asked about the frequency of usage of some of the risky heat treatments and the frequency of consumption of snacks and food, which often contain dangerous contaminants. Although the respondents are generally aware of the risks of some kinds of heat treatment of food such as frying, grilling, smoking and baking, the taste and smell of the diet often wins over the health safety. The issue of process contaminants is increasingly being addressed by institutions all around the world. However things that a common consumer can do for his health in this issue don't differ too much from the general recommendations on a healthy lifestyle – to use less harmful ways to heat food, to consume mainly fresh food, to eat enough fruits, vegetables and fiber and to be interested in the composition of the products which he purchases.

keywords: process contaminants, heat treatments of food, acrylamide, furane, 3-MCPD

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí své bakalářské práce, RNDr. Mileně Bušové, CSc., za odborné vedení, cenné rady, připomínky, ochotu a pomoc při psaní práce.

Velké díky patří také mé rodině a blízkým za podporu a trpělivost nejen při psaní této práce, ale také po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Základní živiny a jejich dělení	10
3.1. Tuky	10
3.2. Bílkoviny	11
3.3. Sacharidy	13
4. Tepelná úprava potravin	16
4.1. Vaření	16
4.2. Dušení	17
4.3. Pečení	17
4.4. Smažení	18
4.5. Grilování	18
4.6. Uzení	18
4.7. Vznik procesních kontaminantů	19
5. Chemické změny tuků	20
5.1. Živočišné tuky	20
5.2. Rostlinné oleje	20
5.2.1. Technologie výroby rostlinných olejů	20
5.3. Reakce tuků při smažení	21
5.4. Procesní kontaminanty vznikající z tuků	22
5.4.1. Chlorpropanoly a jejich estery	22
5.4.2. Akrolein	24
5.4.3. Trans-nenasycené mastné kyseliny	24
5.4.4. Polycyklické aromatické uhlovodíky	25
5.4.5. Konečné produkty pokročilé lipoxidace	29
6. Chemické změny bílkovin	30
6.1. Denaturace	30
6.2. Procesní kontaminanty vznikající z bílkovin	31
6.2.1. Akrylamid	31
6.2.2. Furan	34
6.2.3. Heterocyklické aminy	36
6.2.4. Nitrosaminy	37
7. Chemické změny sacharidů	39

7.1. Maillardova reakce.....	39
7.2. Procesní kontaminanty vznikající ze sacharidů.....	41
7.2.1. Produkty pokročilé glykace.....	41
8. Praktická část	43
8.1. Metodika	43
8.2. Výsledky	45
8.3. Diskuse	56
9. Závěr.....	58

Seznam zkratk

Seznam grafů

Seznam tabulek

Seznam obrázků

Přílohy

1. Úvod

Potrava je jednou z nejdůležitějších potřeb a zároveň práv člověka. Většina lékařů se shoduje, že bez vody je člověk schopen vydržet tři až pět dní a bez jídla až dva měsíce. Je to nepostradatelná součást našich životů a je třeba se jí v určité míře zabývat.

V dnešní době je značná pozornost kontrolních orgánů a Evropské Unie zaměřená na kvalitu a bezpečnost potravin. Závadné zboží, chemické nebezpečí či falšování potravin bývá velice brzy odhaleno a distribuce takového zboží zastavena. Ve většině případů nedojde k poškození člověka ani mikrobiální kontaminací, natož aby byl ohrožen na životě, jak tomu bývalo v minulých stoletích. Lidé ve vyspělých zemích již neumírají na alimentární nákazy nejen díky pokroku medicíny, ale zároveň přísné hygienické kontrole potravin.

Problém, který ale vyvstává v dnešní době, se týká té kontaminace potravin, která není ještě dostatečně objasněna a vysvětlena. Jde především o kontaminanty procesní, jiným slovem endogenní, které vznikají v potravinách tepelnými a jinými úpravami. O těchto látkách zatím nemáme dostatečné informace a množství dlouhodobých studií, aby bylo možné určit veškerá zdravotní rizika, která pro člověka představují. Některé z těchto látek již dnes považujeme za karcinogenní, toxické či mutagenní. Těmi dnes nejvíce diskutovanými se budu ve své práci zabývat.

2. Cíl práce

Cílem teoretické části mé práce je popsat, k čemu dochází při tepelných úpravách potravin v jejich jednotlivých složkách a jakými způsoby mohou v potravinách vznikat při tepelných úpravách procesní kontaminanty. Dále popsat tyto jednotlivé látky, jejich vznik, výskyt, negativní účinky, ale i způsob snížení jejich tvorby v potravinách.

Cílem praktické části bylo zmapovat úroveň znalostí veřejnosti v oblasti bezpečnosti potravin a zjistit jejich preference ohledně způsobů úprav potravin a typů jídel.

3. Základní živiny a jejich dělení

Potrava je zdrojem živin nesoucích energii a stavební látky pro náš organismus. Můžeme ji rozdělit na potraviny rostlinného a živočišného původu. Člověk jako všežravec konzumuje obě tyto složky až na výjimky, například vegany, kteří z vlastního přesvědčení přijímají jen rostlinnou stravu. V dnešní době bývá ale často kladen důraz na zvýšení příjmu rostlinných potravin, jelikož je náš příjem masa a živočišného tuku příliš vysoký.

Živiny neboli nutrienty se dělí se na makronutrienty a mikronutrienty. Makronutrienty jsou nositeli energie a patří mezi ně bílkoviny, tuky a sacharidy, řadí se mezi ně někdy i alkohol. Mikronutrienty jsou vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Energií sice neobsahují, mají však v těle nepostradatelné funkce a je nutné jich ve stravě přijímat dostatek.

3.1. Tuky

Lipidy (tuky) jsou organické sloučeniny, které mají v organismu funkci především jako zásobní energetická jednotka a stavební složka membrán. Dělí se na nepolární lipidy (neutrální tuky) představované triacylglyceroly (TAG), a polární lipidy, představované fosfolipidy a steroly. TAG jsou mastné kyseliny esterově vázané na glycerol a v potravě člověka představují hlavní část přijímaných tuků (Svačina, 2008).

Mastné kyseliny (MK) se dělí na esenciální, které je nutné přijímat v potravě, a neesenciální, které si dokážeme syntetizovat z jiných MK.

Stoprocentní obsah tuku mají rostlinné oleje a pokrmové tuky. Orientační obsah tuku v jednotlivých potravinách shrnuje následující tabulka – Tab. 1 (Velíšek, 1999a).

Tab. 1 Obsah lipidů v některých potravinách

Potravina	obsah lipidů v %	
	v materiálu	v sušině
živočišného původu		
maso vepřové libové	18,0	51,0
maso vepřové tučné	41,0	75,0
maso hovězí	2,0-36	9,0-63
maso telecí	3,0-7,0	4,0-10
maso drůbeže hrabavé	1,0-35	5,0-50
maso drůbeže vodní	17-33	40-65
vnitřnosti	2,0-15	8,0-45
uzeniny	25-48	60-65
ryby	0,4-16	2,0-44
mléko plnotučné	3,8	30,0
mléko egalované	1,8	12,0
mléko zahuštěné	9,5	12,0

mléko sušené plnotučné	27,0	28,0
Potravina	obsah lipidů v %	
	v materiálu	v sušině
šlehačka	34,0	87,0
máslo	81,0	99,0
sýry	12,0-28,0	20-68
vaječný žloutek	33,0	66,0
vaječný bílek	0,02	0,15
vaječný obsah sušený	42,0	44,0
rostlinného původu		
mouka pšeničná hrubá	0,6-0,8	0,7-0,9
mouka pšeničná hladká	1,0-1,4	1,1-1,6
chléb bílý	0,8-1,1	1,3-1,7
pečivo bílé	2,0-3,0	8,0-12,0
pečivo cukrářské	14-34	22-44
čokoláda	32-38	33-40
ovoce	0,2-0,7	1,0-2,8
zelenina listová	0,2-1,0	2,8-6,2
zelenina kořenová	0,3-0,4	1,3-1,8
brambory	0,2	0,8
ořechy vlašské	64,0	66,0
mandle	54,0	57,0
sójové boby	13-20	14-22
fazole	1,6	1,8
hrách	1,4	1,6
houby	0,4	3,3
droždí	0,4	1,3
majonéza	80,0	95,0
margarín	80-82	98-99
se sníženým obsahem tuku	62-71	98-99
s nízkým obsahem tuku	41-61	98-99
s velmi nízkým obsahem tuku	31-61	98-99
pokrmový tuk	100,0	100,0
rostlinný olej	100,0	100,0

3.2. Bílkoviny

Proteiny (bílkoviny) jsou základní biologické makromolekuly složené z polypeptidových řetězců. Ty obsahují 100-2000 aminokyselinových (AMK) zbytků spojených peptidovou vazbou. Rozeznáváme 20 základních aminokyselin. Bílkoviny tvoří strukturu organismu, katalyzují buněčné reakce a zásadně se účastní krom jiného na transkripci, imunitě a regulaci metabolismu (Svačina, 2008).

Obsah bílkovin se v jednotlivých potravinách liší. Nejvíce jich obecně obsahují luštěniny v suchém stavu a dále maso – Tab. 2 a Tab. 3 (Velíšek, 1999a).

Tab. 2 Obsah proteinů v některých potravinách živočišného původu

Potravina	Obsah v % (od - do)	Obsah v % (průměr)
maso, masné výrobky		
maso hovězí	13,1 - 27,0	20,8
maso vepřové	9,1 - 20,2	15,5
maso skopové	14,9 - 18,0	16,4
maso telecí	18,3 - 28,0	21,8
vnitřnosti	10,4 - 22,7	17,2
uzeniny	12,8 - 28,0	20,8
drůbež	12,8 - 23,7	21,1
kuře		20,5
krůta		20,1
kachna		16,1
husa		15,9
zvěřina	20,8 - 24,3	22,8
ryby	16,0 - 29,0	18,7
mléko, mléčné výrobky		
mléko kravské	3,0 - 3,4	3,2
tvaroh	18,0 - 20,6	19,4
sýry měkké	12,5 - 20,2	15,0
sýry tvrdé	23,8 - 40,6	24,8
máslo	0,4 - 0,6	0,5
vejce slepičí		13,0
bílek		11,0
žloutek		17,0

Tab. 3 Obsah proteinů v některých potravinách rostlinného původu

Potravina	Obsah v % (od - do)	Obsah v % (průměr)
obiloviny, cereální výrobky		
pšeničná mouka	8,1 - 12,8	10,1
žitná mouka	5,1 - 12,0	9,6
rýže bílá		7,5
rýže hnědá		7,6
chléb žitnopšeničný	4,7 - 11,6	6,7
bílé pečivo	7,3 - 9,7	8,5
cukrářské pečivo	3,5 - 7,8	5,6
těstoviny	9,8 - 12,5	11,8
luštěniny, olejniny, ořechy	21,4 - 44,7	24,2
sójové boby		44,7
mák		19,5
brambory		2,0
zelenina		
plodová	0,7 - 1,7	1,2
košťálová	0,7 - 1,8	1,4
listová	1,3 - 3,9	2,6
kořenová	1,0 - 3,3	2,0
ovoce		
syrové	0,3 - 1,5	1,0
sušené	1,4 - 4,0	2,3
další potraviny		
houby		2,6
droždí		10,6
kakaový prášek		18,0
čokoláda	4,9 - 8,1	6,8

3.3. Sacharidy

Sacharidy jsou třetí hlavní makroživinou, kterou v jídelníčku sledujeme. Chemicky jde o polyhydroxyaldehydy nebo polyhydroxyketony a podle počtu uhlíků rozeznáváme triózy, tetrózy, pentózy, hexózy atp. Dále sacharidy dělíme podle počtu cukerných jednotek na monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy a složené sacharidy (které obsahují i jinou sloučeninu, např. proteiny nebo lipidy), jak udává autor Svačina (2008).

Monosacharidy a disacharidy mají sladkou chuť a najdeme je například v mléce a ovoci, polysacharidy naopak najdeme například v obilovinách nebo luštěninách – Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6 (Velíšek, 1999a).

Tab. 4 Obsah monosacharidů a dalších cukrů v ovoci (% v jedlém podílu)

Ovoce	Glukosa	Fruktosa	Sacharosa	Cukry celkem	Sušina
jablka	1,8	5,0	2,4	11,1	16,0
hrušky	2,2	6,0	1,1	9,8	17,5
třešně	5,5	6,1	0,0	12,4	18,7
švestky	3,5	1,3	1,5	7,8	14,0
meruňky	1,9	0,4	4,4	6,1	12,6
broskve	1,5	0,9	6,7	8,5	12,9
jahody	2,6	2,3	1,3	5,7	10,2
maliny	2,3	2,4	1,0	4,5	13,9
rybíz červený	2,3	1,0	0,2	5,1	16,4
rybíz černý	2,4	3,7	0,6	6,3	19,7
hrozny ^{a)}	8,2	8,0	0,0	14,8	17,3
pomeranče	2,4	2,4	4,7	7,0	13,0
grapefruity	2,0	1,2	2,1	6,7	11,4
citrony	0,5	0,9	0,2	2,2	11,7
ananas	2,3	1,4	7,9	12,3	15,4
banány	5,8	3,8	6,6	18,0	26,4
datle	32,0	23,7	8,2	61,0	80,0
fíky	5,5	4,0	0,0	16,0	22,0

^{a)} Obsah sacharosy v odrůdách révy vinné (*Vitis vinifera*) je nepatrný, ale v některých odrůdách révy liščí (*V. labruscana*) původem ze Severní Ameriky a jejích hybridech může tvořit až 25% celkového obsahu cukrů.

Tab. 5 Obsah hlavních sacharidů v zelenině (% v jedlém podílu)

Zelenina	Glukosa	Fruktosa	Sacharosa
brokolice	0,73	0,67	0,42
špenát	0,09	0,04	0,06
endivie	0,07	0,16	0,07
mrkev	0,85	0,85	4,24
řepa salátová	0,18	0,16	6,11
okurka	0,86	0,86	0,06
rajčata	1,12	1,34	0,01
cibule	2,07	1,09	0,89

Tab. 6 Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích

Potravina	Škrob (%)	Amylosa (%)
pšenice	59-72	24-29
žito	52-57	24-30
ječmen ^{a)}	52-62	38-44
oves	40-56	25-29
kukuřice	65-75	24-26
rýže	70-80	8,0-37
amaranth	48-69	0-22
fazole ^{b)}	46-54	24-33
brambory ^{c)}	17-24	20-23
kasava	28-35	17-19

^{a)} Voskový ječmen obsahuje 2-8 % amylosy, vosková kukuřice asi 1 %, amyloječmen a amylokukuřice 60-70 %. ^{b)} Podobný obsah škrobu a amylosy jako fazole má také čočka a zralá semena hrachu. Sója obsahuje 2-8 %, zelený hrášek asi 4 % škrobu. ^{c)} U průmyslových (škrobářenských) odrůd brambor je obsah škrobu na horní hranici uvedeného rozmezí.

Jednotlivé potraviny se liší obsahem a poměrem jednotlivých složek. Zároveň obsahují i mnoho dalších látek potřebných pro náš organismus, například vitamíny, antioxidanty a různé fyto látky. Při tepelných úpravách se všechny tyto složky mění a vzájemně reagují. Podle těchto poměrů dochází k odlišným reakcím a vzniku procesních kontaminantů v různé míře. V následujících kapitolách se budu zabývat živinami a jejich změnami v potravinách.

4. Tepelná úprava potravin

Tepelnou úpravu potravin využívá lidstvo od nepaměti. Některé zdroje uvádí, že využití ohně člověkem lze datovat až do doby před 790 000 lety, kdy Zemi dominoval člověk vzpřímený („Fire out of Africa,“ 2008). Lidstvo si brzy začalo uvědomovat výhody tepelné úpravy potravin – změny chuti, textury a vůně – a od té doby těchto úprav využívá.

Dnes si ceníme tepelné úpravy potravin nejen z těchto důvodů. Víme, že ošetření potravin teplem zajišťuje také hygienickou bezpečnost. Když potravinu dostatečně zahřejeme, uvaříme, osmažíme či ogrilujeme, můžeme předejít příjmu nežádoucích mikroorganismů či některých jejich toxinů. Proto nekonzumujeme syrová vejce či maso, abychom se vyhnuli nákaze salmonelou či některými hlísty.

Tepelnou úpravou je také třeba eliminovat některé antinutriční látky. V obilovinách, zelenině a ovoci se vyskytuje například kyselina fytová, inhibitory enzymů, fytoestrogeny, lignany, saponiny nebo šťavelany, třísloviny nebo lektiny („Antinutriční látky,“ n. d.). Tyto látky mohou být toxické, mohou ale také negativně ovlivnit využitelnost základních živin, stravitelnost a výživovou hodnotu potravin (Velíšek a Hajšlová, 2009b). Některé z nich, které jsou tepelně labilní, ale můžeme odstranit například varem, proto je nutné povařit nebo jinak upravit luštěniny a brambory.

Na druhou stranu, jak již bylo popsáno, některými typy tepelných modifikací mohou vznikat látky, které jsou dnes již považovány za látky pro člověka škodlivé, karcinogenní či mutagenní. Vznikají ale bohužel právě při procesech, které si lidé kvůli výsledné sensorické hodnotě pokrmů nejvíce oblíbili, tj. při smažení, fritování, grilování a pečení.

Při vaření, vaření na páře či dušení totiž nevzniká tolik sensoricky významných látek, a proto vařené pokrmy jsou méně chuťově atraktivní, zejména ve srovnání s pokrmy smaženými (Dostálová, 2008).

Nejčastějšími tepelnými úpravami potravin jsou vaření, dušení, pečení, smažení, grilování a uzení.

4.1. Vaření

Úprava potravin horkou vodou je nejčastější způsob jejich tepelné úpravy v pokrmy. Potraviny jsou vystaveny teplotě zpravidla ne vyšší než 100°C. Vaříme-li je v tlakových hrncích, je teplota úměrná tlaku – čím vyšší tlak, tím vyšší teplota (Sedláčková, Potácel, 1992).

Vaření má hojné využití při přípravě předkrmů, polévek, omáček, mas, zeleniny, ovoce a také v cukrářské výrobě (Šindler, 2015). Jde o šetrnou úpravu potravin, která bývá často využívána v léčebné výživě.

Rozeznáváme dobu navařovací neboli dobu od začátku ohřevu po uvedení vody k varu. Délka této doby má význam při vaření masa a kostí. Čím delší je doba navařovací, tím kvalitnější vývar získáme. Následuje vlastní var a dovážení, které nastává po vypnutí zdroje tepelné energie. Dovařujeme tak například brambory (Sedláčková, Potácel, 1992).

Kromě klasického vaření v tekutině (vodě, mléce, vývaru) existují i další způsoby přípravy pokrmu varem. Jde například o vaření v páře, které zvolíme tehdy, jestliže chceme zabránit vyluhování potravin do vody a zachovat výživovou hodnotu i chuť pokrmu. Pro tento způsob přípravy je potřeba nádoba s děrovanou pařákovou vložkou a pokličkou nebo speciální hrnec (Sedláčková, Potácel, 1992).

Dále jde o spařování potravin, tzv. blanšírování. Tento způsob se používá například před konzervací některých druhů ovoce a zeleniny, pro jejich snadné oloupání, zlepšení stravitelnosti nebo pro zbavení typických pachů u některých druhů potravin (kapusta, ledvinky, cibule), jak uvádí autoři Sedláčková a Otoupal.

Existuje i způsob vaření pod bodem varu, kdy má tekutina teplotu od 75°C do 98°C. Tento způsob úpravy používáme u pokrmů, které během tepelné úpravy nabývají na objemu a při prudkém varu by se nedocílilo žádoucího vzhledu nebo konzistence, například u některých druhů knedlíků (Sedláčková, Otoupal, 2009).

4.2. Dušení

Při dušení jde o úpravu potravin a pokrmů částečně horkým tukem a párou, ale i šťávou, která se vyluhuje z upravované potravin, při teplotě do 100°C. Během dušení přiléváme tekutinu, na zalití použijeme vodu nebo vývar. Potravina, kterou dusíme, musí být dobře přikryta poklicí, aby při úpravě neunikaly aromatické látky (Sedláčková, Potácel, 1992).

Dusit můžeme bez základu nebo na cibulovém, paprikovém nebo zeleninovém základě. Jde o velmi šetrný způsob tepelné úpravy. Mimo masa dusíme rýži, brambory a zeleninu (Sedláčková, Otoupal, 2009).

4.3. Pečení

Při pečení se potravina upravuje působením horkého vzduchu, částečně i tuku a vypečené šťávy. Teplota při pečení dosahuje až 250°C. Během pečení se uvolňují aromatické látky typické pro určitou potravinu a pokrm, dále se vytváří kůrka (Sedláčková, Otoupal, 2009).

Pečeme především maso, které během úpravy poléváme a podléváme. Pečeme ale i další druhy pokrmů, například brambory v celku nebo nakrájené na plátky, slané nákypy ze zeleniny, obilovin, masa, brambor, sladké nákypy a moučníky z různých těst. Péci se dá v troubě, konvektomatu nebo na pánvi. Výhodné je i pečení v alobalu, které využíváme při přípravě masa šetrným způsobem (Sedláčková, Otoupal, 2009).

Maso se nejčastěji upravuje vysokoteplotním pečením při teplotě okolo 180°C, při kterém se spolehlivě ničí veškeré potenciální mikroorganismy. V současné době je moderní nízkoteplotní pečení masa okolo 65°C (30-85°C), které je vhodné pro dlouhodobé šetrné pečení, například přes noc (Křivánková, 2002).

4.4. Smažení

Smažení je úprava různých druhů syrových nebo předem tepelně upravených potravin při použití dostatečného množství tuku. Smažíme některé druhy masa a mletých směsí, ale také zeleninu (brokolici, květák), houby, sýr, bramborové, luštěninové a obilninové směsi (Sedláčková, Otoupal, 2009).

Rozlišujeme tři způsoby smažení podle množství tuku, které použijeme. Při smažení v malém množství tuku je ponořena vždy jen jedna strana potraviny, je tedy třeba dosmažit i druhou stranu. Teplota tuku je od 160°C do 180°C. Tuk po osmažení potraviny již nepoužíváme (Sedláčková, Potácel, 1992).

Při smažení ve velkém množství tuku je potravina v tuku ponořena. Potravinu můžeme smažit i pod pokličkou. Smažíme tak častěji než masa například bramborové hranolky, koblihy nebo vdolky (Sedláčková, Potácel, 1992).

Posledním způsobem je tzv. fritování. Jde o smažení v ponorném smažiči (fritéze). Teplotu tukové lázně lze na smažiči nastavit podle toho, co upravujeme. Díky plynulé termostatické regulaci se teplota udržuje během celé doby smažení. Na smažení je vhodné použít speciální tuk, který necháváme ve fritéze jen po určitou dobu (Sedláčková, Potácel, 1992).

4.5. Grilování

Pod pojmem grilování jsou míněny dvě tepelné úpravy. První je úprava na rožni. Tak upravujeme kuřata v celku, ale i masa předem připravená ve větších kusech. Rožeň otáčíme nad žhavým dřevem nebo dřevěným uhlím, u elektrického grilu se rožeň otáčí automaticky. Výhodou je, že se maso stejnoměrně propéká ze všech stran (Sedláčková, Potácel, 1992).

Druhým způsobem je úprava na roštu. Upravují se na něm většinou masa nebo uzeniny a ryby. Maso se při této úpravě musí na roštu obracet (Sedláčková, Potácel, 1992).

4.6. Uzení

Posledním z tradičních způsobů tepelné úpravy potravin je uzení. Jeho původním účelem bylo zajištění údržnosti výrobku, kdy současně působí tepelný zákrok, osušení povrchu a konzervační látky z kouře, např. formaldehyd. V současné době se úprava uzením používá především k dosažení žádoucích senzorických vlastností, vytvoření hnědé barvy a

vytvrzení povrchových vrstev masa a masných výrobků (Kadlec, Melzoch, Voldřich et al., 2009).

Udit můžeme přímo na ohni v domácích udírnách nebo na roštu nad žhnoucí vrstvou dřeva nebo uhlí. Dnes je zde ale také v průmyslu možnost užití umělých udících preparátů, kdy je možné aplikovat kouř přímo do potraviny. Tento syntetický kouř má upravené chemické složení oproti klasickému kouři a je zde snížena možnost vzniku kancerogenních látek a naopak zvýšena koncentrace žádoucích látek aromatických (Kadlec, Melzoch, Voldřich et al., 2009).

Teploty při uzení se liší podle způsobu úpravy. Při tzv. „studeném“ uzení dosahuje teplota v udírně pouhých 25°C, avšak doba uzení je 2-3 dny. Při „teplém“ uzení dosahují teploty i 60°C na dobu několika hodin (Pipek, 1998).

4.7. Vznik procesních kontaminantů

Existuje mnoho způsobů, jak může dojít ke kontaminaci potravin. Tyto kontaminující látky pak mohou prokazatelně poškozovat lidské zdraví nebo existuje teprve podezření na toxicitu či karcinogenitu způsobenou chronickým vystavováním se těmito látkám.

Procesní kontaminanty vznikají tepelnými úpravami potravin. Tyto látky, které jsou v poslední době ve zvýšené pozornosti, jsou kontaminanty endogenní. Společné charakteristické rysy, kterými se vyznačují, jsou to, že nejsou záměrně přidávány do potravin, dále, že kontaminace může nastat na jednom či více stupních při technologickém zpracování potravin a tyto látky mohou u lidí způsobit závažná onemocnění (Watson, 2001).

Procesní kontaminanty vznikají v potravinách v různé míře. Záleží na technologickém postupu úpravy potraviny, na teplotě, které jsou vystavovány, ale i na obsahu jednotlivých složek potraviny. Vznikají jak z bílkovin, tuků a sacharidů, tak i z jiných prekurzorů, jako jsou například vitamíny, fosfolipidy nebo chlorid sodný. K jakým změnám v jednotlivých makronutrientech dochází a které z kontaminantů takto mohou vznikat, tomu se budu věnovat dále.

5. Chemické změny tuků

Tuky nacházíme jednak v samotných potravinách, ty někdy nazýváme tuky skrytými, jednak je užíváme při přípravě pokrmů (například při smažení). Dělíme je na živočišné a rostlinné.

5.1. Živočišné tuky

Živočišné tuky nebo oleje jsou získávány z požitelných tukových tkání jatečných zvířat či mořských živočichů (Dostálová, Kadlec et al., 2014). Tyto tuky obecně obsahují vyšší podíl nasycených mastných kyselin (MK) vůči nenasyceným, tudíž jsou pro zdraví člověka méně příznivé. Výjimku tvoří tuk rybí, který je velice ceněný pro obsah omega-3 mastných kyselin. V naší zemi je velice oblíbené ke kulinářským úpravám vepřové sádlo, dále bývá používán mléčný tuk ve formě másla.

5.2. Rostlinné oleje

Rostlinné oleje jsou získávány ze semen plodů a jader olejnatých rostlin. Mohou být jednodruhové nebo vícedruhové (Dostálová, Kadlec et al., 2014). Mezi olejnaté rostliny patří v našich podmínkách například řepka olejka, len olejný a slunečnice roční. V subtropích a tropech bývá pěstována palma olejná nebo olivovník. Díky obsahu esenciálních omega-3 MK jsou rostlinné oleje výhodnější pro naše zdraví. Výjimku tvoří ale kokosový, palmový a palmojádrový olej, které se svým složením podobají spíše živočišným tukům. V Česku v posledních letech spotřeba olejů stoupá („Stručný komentář,“ 2017).

5.2.1. Technologie výroby rostlinných olejů

Tuky jsou obsaženy jako zásobní látky v semenech a plodech rostlin. Ty je třeba nejdříve loupat a mlít. Poté následuje proces klimatizace, neboli působení tepla a páry na rozemletý materiál, kdy dochází k praskání buněčných stěn (Pejšová, 2016).

O procesu získávání olejů rozhoduje olejnatost semen. Existují různé kombinace lisování a extrakcí, některé oleje se získávají pouze samotnou extrakcí. Lisování semen je mechanický proces za vysokého tlaku a teploty. Při extrakci se využívá rozpouštědla (nejčastěji technický hexan) za vzniku miscely – roztoku oleje v rozpouštědle. Rozpouštědlo se poté odpařuje a pevný podíl se filtruje (Pejšová, 2016).

Část olejů bývá vyráběna lisováním za studena. Jde o okrajovou výrobu, která je několikanásobně nákladnější. Oleje se lisují při teplotách do 40°C za nižšího tlaku. Je tak zachována vyšší nutriční hodnota a senzorické vlastnosti oleje. Takto bývá zpracován například olivový, lněný nebo sezamový olej (Pejšová, 2016).

Většina olejů se ale získává technologickým procesem za použití rafinace. Rafinace je proces o několika krocích, z nichž nejdůležitější jsou: hydratace, alkalická rafinace, bělení, deodorace a fyzikální rafinace. Výsledkem je plně rafinovaný olej, směs triacylglycerolů s minimální koncentrací fosfolipidů, volných MK, barviv a pachových látek. Dochází ale k destrukci vitamínů, oleje pak bývají znovu těmito látkami obohacovány. Výsledný olej je zdravotně nezávadný, chutí a vůní neutrální, vyhovující barvy a dostatečně trvanlivý (Pejšová, 2016). Otázkou ale zůstávají procesní kontaminanty, které při těchto úpravách mohou vznikat. Nejčastěji jde o vznik v procesu deodorace.

5.3. Reakce tuků při smažení

Podle obsahu tuku v surovině dochází k jeho přeměně v různé míře. Tuky jsou ze všech tří makroživin k působení vyšších teplot nejcitlivější, proto bychom měli věnovat větší pozornost teplotě úpravy (vyhnout se teplotám nad 200°C), době úpravy a výběru vhodného tuku. Látky vznikající z tuků při vyšších teplotách ovlivňují jakost pokrmu na jednu stranu pozitivně – vznikem senzoricky významných látek, které podmiňují typickou chuť smažených a pečených pokrmů. Na druhou stranu dochází ke ztrátám esenciálních MK a vitamínů, ke snížení výživové hodnoty bílkovin a stravitelnosti a v neposlední řadě právě ke vzniku toxických a antinutričních látek (Dostálová, 2008).

Nejdůležitější tepelnou úpravou, při které ve velkém množství využíváme tuky a kde dochází k jejich změnám, je smažení. Teplota při smažení se obvykle pohybuje mezi 160 a 180°C.

Rozkladné procesy olejů při smažení mohou být rozděleny do tří skupin: hydrolýza, oxidace a tepelná polymerizace. Hydrolýza vede k rozpojení vazeb mezi glycerolem a MK, jež jsou také konečnými produkty (Dana, Saguy, 2001). Chemické reakce jsou spuštěny kontaktem s vodou, párou a kyslíkem. Větší kontakt mezi olejem a kapalnou fází vody urychluje hydrolýzu (Choe, Min, 2007). Diacylglyceroly, monoacylglyceroly a volné MK ale vznikají štěpením tuků v trávicím traktu člověka, jejich příjem tedy není spojen s žádnými nežádoucími účinky na zdraví člověka.

Nenasycené mastné kyseliny v tucích mají za pokojové teploty tendenci podléhat autooxidaci. Podobně podléhají oxidaci také nasycené mastné kyseliny, a to právě při tepelné úpravě. Princip je stejný, oxidace působením tepla je ale proces mnohem rychlejší. Oxidací při smažení vznikají primární produkty oxidace – hydroperoxydy, ze kterých dalšími reakcemi vznikají sekundární produkty oxidace. Mezi ně patří například epoxykyseliny, oxokyseliny, aldehydy a uhlovodíky. Mohou také polymerovat za vzniku většinou lineárních polymerů, při polymeračních reakcích mohou dále vznikat i cyklické polymery a dimery (Choe, Min, 2007).

Některé z těchto látek jsou podezřívány z karcinogenních účinků. Během smažení dochází také k oxidaci cholesterolu, který je z hlediska rizika vzniku srdečně-cévních onemocnění nebezpečnější než cholesterol neoxidovaný (Dostálová, 2008).

Při teplotách nad 200°C, které běžně smažením nedosáhneme, může dojít také k pyrolýze, kdy oxidační produkty reagují s jinými složkami potravin, například s proteiny. K pyrolytickým reakcím patří například přeměna glycerolu na akrolein (Velíšek, 1999a). Ten se již řadí mezi procesní kontaminanty.

Produkty degradací oleje se dále účastní také Maillardovy reakce, ta bude ale rozebrána dále v textu.

5.4. Procesní kontaminanty vznikající z tuků

5.4.1. Chlorpropanoly a jejich estery

Tato skupina kontaminantů byla poprvé popsána na VŠCHT v Praze (Velíšek et al., 1978). Jde o skupinu tříuhlíkatých alkoholů a diolů s jedním nebo dvěma atomy chloru, které jsou hypoteticky odvozené od glycerolu (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Jejich prekurzory jsou TAG, fosfolipidy a glycerol, ale také chlorid sodný. (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Vznik chlorpropanolů byl poprvé popsán při technologických postupech, které se používají k výrobě bílkovinných hydrolyzátů (Turek, Šíma, Bencko, 2015). Ty jsou součástí kořenících směsí, polévkových přípravků a ochucovadel (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Původní surovina totiž obsahuje podíl tuků, které se částečně rozloží na glycerol, který se zbylými tuky reaguje s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku chlorpropanolů (Nikodemová, 2010).

Nejdůležitějším zástupcem této skupiny je 3-monochlorpropan-1,2-diol (3-MCPD), který vzniká při použití kyseliny solné pro dehydrogenaci bílkovin. Pro výrobu hydrolyzátu je možné použít i jinou kyselinu či využít přirozenou fermentaci, výsledný produkt by ale v prvním případě nebyl chuťově akceptovatelný, v druhém případě jeho výroba příliš nákladná (Turek, Šíma, Bencko, 2015). Množství kontaminantů závisí především na obsahu tuku, obsahu a koncentraci kyseliny chlorovodíkové a teplotě při hydrolýze. Od 80. let minulého století se naštěstí zaváděly nové technologické postupy, které vedly ke snížení obsahu chlorpropanolů v kyselých hydrolyzátech bílkovin a v sojových omáčkách (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Bylo ale zjištěno, že tyto kontaminanty mohou vznikat i v potravinách, při jejichž výrobě se kyselé hydrolyzáty bílkovin vůbec nepoužívají, pak ale tyto kontaminanty vznikají v menším množství. Najdeme je zejména v potravinách s nižším obsahem vody zpracovaných za vyšších teplot (kůrka chleba, toastový chléb, pražený slad, ječmen, káva). Dále také v tavených a grilovaných sýrech, fermentovaných salámech a rybách (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Výzkum prováděný na VŠCHT poprvé prokázal, že 3-MCPD se vyskytuje v potravinách i ve formě esterů s vyššími mastnými kyselinami a nejen jako volná látka („3-MCPD a estery 3-MCPD v potravinách,“ 2005). Teprve nedávno pak byly studovány estery chlorpropanolů s MK v potravinách jiných než jsou kyselé hydrolyzáty. Jejich nejvyšší obsah mají rafinované rostlinné oleje získávané z oplodí semen (např. palmový a olivový) a vznikají zde za vysokých teplot při deodoraci, posledním stupni rafinace. Z těchto esterů poté vzniká volný 3-MCPD jak při zpracování potravin, tak působením lipáz in vivo. Obsah těchto esterů je poté tedy vysoký i ve výrobcích, do kterých se tyto rafinované oleje používají (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Pokud by se brala v úvahu nejvyšší koncentrace esterů 3-MCPD nacházející se v tukách a olejích a došlo by ke 100% hydrolýze v trávicím traktu, přijímali by kojenci na umělé výživě 10–20násobek tolerovatelného denního množství (TDI) 3-MCPD. U dospělých, kteří konzumují tučnou stravu, by tento příjem odpovídal pětinasobku TDI. Toxikologický profil těchto esterů silně závisí na stupni hydrolýzy střevními lipázami (Kvasničková, 2010).

Jelikož se 3-MCPD považuje za potenciální lidský karcinogen (skupina 2B podle IARC, Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny), jeho výskyt v potravinách je monitorován („3-MCPD a estery 3-MCPD v potravinách,“ 2005).

Předložit odborný názor na vliv 3-MCPD, 2-MCPD a glycidyl esterů MK na zdraví člověka měl v roce 2016 za úkol také Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) na žádost Evropské komise. Měl k dispozici 7175 vzorků výskytu chlorpropanolů v potravinách. Estery 3-MCPD a 2-MCPD se v největším množství vyskytovaly v palmovém tuku, ale většina ostatních tuků a olejů podstatné množství obsahovala také. Kromě olejů obsahovaly největší množství kontaminantů bramborové lupínky, některé pečivo a sušenky („Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol,“ 2016).

Chlorpropanoly a jejich hlavní představitel 3-MCPD se zdají být toxické zejména vůči ledvinám a varlatům. Vzhledem k tomu EFSA jako hodnotu TDI uvedl 0.8 µg/kg tělesné hmotnosti pro dospělého člověka („Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol,“ 2016). Později byla hodnota revidována na 2 µg/kg („Revised safe intake for 3-MCPD,“ 2018).

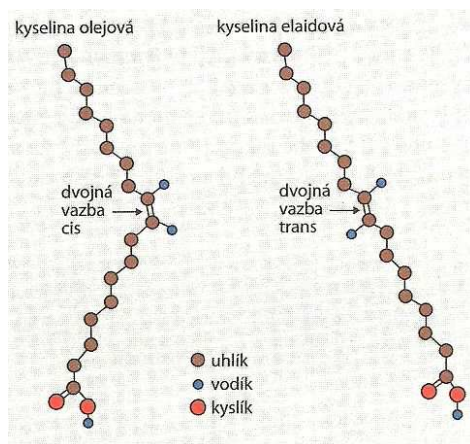
Spotřebitel má jen omezenou možnost snížit příjem 3-MCPD a jeho esterů. Záleží spíše na výrobcích, jestli vyvinou strategie ke snížení těchto látek ve svých produktech. Jde zejména o optimalizaci zpracování, odstranění esterů 3-MCPD z výrobků a odstranění reakčních složek již v surovině (Kvasničková, 2010).

5.4.2. Akrolein

Akrolein, také označovaný jako akrylaldehyd nebo prop-2-enal, je nejjednodušší nenasycený aldehyd. Je to ostře, dráždivě páchnoucí látka s toxickými účinky (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Je tvořen při spalování paliv, dřeva, plastů a nachází se i v cigaretovém kouři. V komerčních kuchyních lze množství akroleinu detekovat ve vzduchu kvůli smažení a pražení za vysokých teplot („IARC Monographs,” 2014). Akrolein totiž vzniká tepelným rozkladem tuku. Hydrolýza tuku vede k rozpojení vazeb mezi glycerolem a MK. Glycerol poté při teplotě nad 180°C odštěpuje vodu a mění se na akrolein (Velecká, 2007). V potravinách jde také o jeden z prekurzorů při vzniku akrylamidu.

Akrolein je metabolit cyklofosfamidů a fosfamidů a spekuluje se, že by mohl být zodpovědný za vznik rakoviny močového měchýře při léčbě onkologických pacientů těmito látkami. Existuje množství studií, které poukazují na vznik mutací a adduktů DNA způsobených akroleinem („IARC Monographs,” 2014). IARC zařazuje akrolein do skupiny 3 jako látku nehodnotitelnou pro nedostatek vědeckých důkazů („List of Classifications,” n. d.).

5.4.3. Trans-nenasycené mastné kyseliny



Obr. 1 Rozdíl struktur cis- a trans-mastných kyselin. Kyselina olejová a elaidová jsou uvedeny jako příklady C18-cis a C18-trans-mastné kyseliny (Kasper, 2015)

Většina přírodních nenasycených MK se vyskytuje v konfiguraci cis. Tato konfigurace popisuje orientaci funkční skupiny v molekule. Existují ale i mastné kyseliny, které se vyskytují v izomerii trans. Jde o trans-nenasycené MK, které se v malém množství přirozeně tvoří činností mikroorganismů v bacheru skotu a ovcí, vyskytují se tak i v mléce a červeném mase.

V daleko větší míře ale trans-nenasycené mastné kyseliny (TFA) vznikají při průmyslovém ztužování olejů. Jde o proces zvaný hydrogenace a dříve tak byly ve velké míře vyráběny margaríny. Dnes již byl proces výroby hydrogenací částečně nahrazen tzv. frakcionací rostlinných olejů, při které TFA nevznikají. Proces hydrogenace ale zakázán není a takto

ztužené oleje jsou levnější a díky svým technologickým vlastnostem jsou tyto tuky často používány při výrobě potravinářských výrobků (Hálová, 2009).

Určité množství TFA může zároveň vznikat při zahřívání různých olejů na teplotu 220-270 °C, například při pečení, smažení a fritování (Hálová, 2009). Zároveň vznikají také ve fázi deodorace při rafinaci olejů.

Jak již bylo naznačeno, příjem TFA přímo z margarínů je dnes již nízký. Problémem zůstávají různé druhy průmyslově vyráběného trvanlivého pečiva, sladkostí, smažených a fritovaných jídel a jídel rychlého občerstvení, kde zůstávají hodnoty TFA poměrně vysoké (Jurkovičová, Štefániková, Ševčíková, 2008).

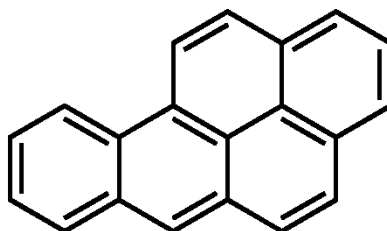
Trans-nenasycené mastné kyseliny mají prokázaný nepříznivý vliv na lipidové spektrum. Zvyšují hladinu LDL-cholesterolu, snižují HDL-cholesterol, zhoršují poměr celkového cholesterolu k HDL-cholesterolu a zvyšují hladinu lipoproteinu (a) a TAG (Jurkovičová, Štefániková, Ševčíková, 2008).

Názor na škodlivost TFA prošel vývojem. V polovině 90. let byl jejich účinek srovnáván s nasycenými MK (Brát, 2004). Podle nejnovějších studií je ale jejich vliv na krevní lipidy 2,5-10x horší než vliv nasycených MK. Byly popsány i negativní účinky na vývoj diabetu 2. typu a obezity a na lidský plod a novorozence (Dostálová, 2011).

Podle výživových doporučení pro obyvatelstvo České republiky by příjem TFA měl být co nejnižší a neměl by přesáhnout 1% z celkového energetického příjmu, což odpovídá 2,5 g/den (Dostálová, Dlouhý, Tláskal, 2012). Při opakované konzumaci některých výrobků může docházet k překračování této hodnoty, u některých výrobků dokonce již při konzumaci jednoho kusu (Brát, Dostálová, 2012).

Největší podíl TFA vzniká v potravinářském průmyslu. Ten se naštěstí již přizpůsobuje poptávce a TFA ve svých výrobcích snižuje. Jelikož se ale podle legislativy EU údaj o TFA na výrobcích uvádět nesmí, může být pro zákazníka těžké z množství výrobků vybrat ten nejvhodnější. Je tedy třeba řídit se zásadami zdravého stravování a vyhýbat se především trvanlivému pečivu a přepalovaným tukům.

5.4.4. Polycyklické aromatické uhlovodíky



Obr. 2 Vzorec benzo[a]pyrenu (Holoubek, 1996)

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) jsou skupinou aromatických uhlovodíků s nejméně dvěma benzenovými jádry. Existují stovky těchto látek a jejich chemické vlastnosti závisejí na jejich molekulové hmotnosti. Vznikají při neúplném hoření organického materiálu. Jde o látky vesměs karcinogenní (Holoubek, 1996).

PAU jsou součástí životního prostředí odnepaměti a to ze zdrojů antropogenních i neantropogenních. Vznikají v průmyslu, při požárech, kouření tabáku, jejich zdroji jsou ale i sedimentové horniny nebo vulkanická činnost. Významným transportním médiem řady PAU je poté ovzduší (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Některé studie uvádí, že expozice člověka PAU je z 90% tvořena příjmem potravinou (Dobříková, Světlíková, 2007). Hlavním zdrojem kontaminace zemědělských produktů a dalších potravinářských surovin je zanesení PAU z okolního vzduchu, dochází ale také k sorpci z půdy a vody. Zdrojem PAU pro hospodářská zvířata je hlavně kontaminované krmivo. Kromě této exogenní kontaminace dochází ale i ke kontaminaci endogenní, a to právě při tepelných úpravách potravin, příspěvek k celkovému dietárnímu příjmu však není tak významný (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

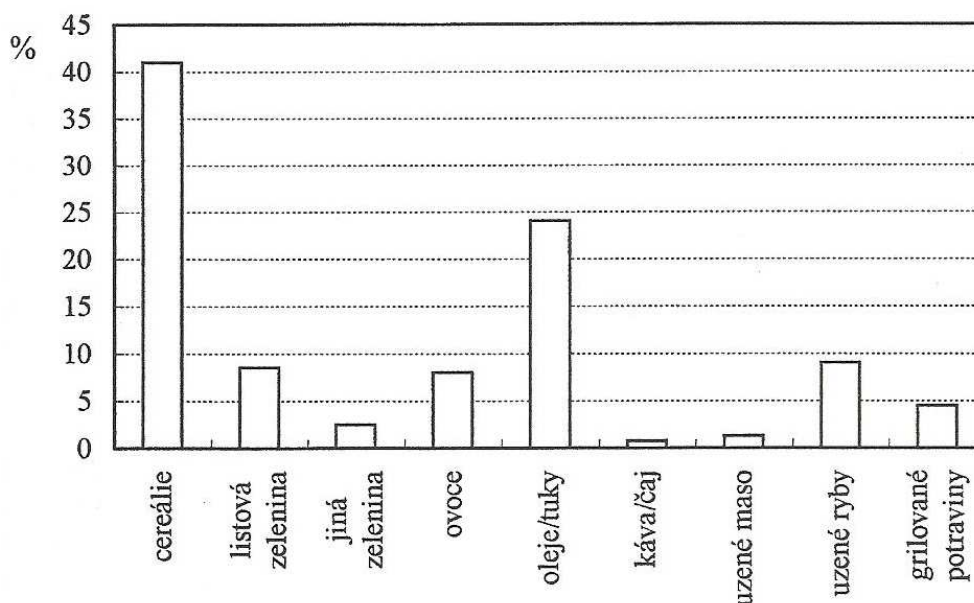
Za marker kontaminace potravin PAU byl řadu let považován benzo[a]pyren (BaP). Dnes ale z dostupných dat vyplývá, že je třeba zvýšit počet sledovaných markerů kontaminace, jelikož některé vzorky obsahovaly množství jiných PAU, přičemž benzo[a]pyren nebyl ve vzorku detekovatelný (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Tepelné úpravy, při kterých vznikají PAU ve větší míře, jsou uzení, grilování, sušení a pražení. Nejvíce PAU vzniká při uzení, kdy vznik těchto kontaminantů závisí na celé řadě faktorů. Jde o druh a vlhkost spalovaného paliva, přívod kyslíku, technika tvorby a úpravy kouře a délka a typ udíčího procesu. Dále hraje roli i charakter uzeného výrobku, velikost povrchu exponovaného ohni a obsah tuku. Nejvyšší množství PAU se nachází na povrchu (Velíšek, Hajšlová, 2009b). V domácích uzeninách je obsah PAU výrazně vyšší než ve většině uzenin původem z masného průmyslu. Často je zde na rozdíl od tradičního uzení použito uzenářské aroma, které představuje menší zdravotní riziko. Obecně platí, že čím je uzenina tmavší, tím více obsahuje karcinogenních sloučenin (Dobříková, Světlíková, 2007).

Druhou úpravou masa, která vede k závažnému vzniku PAU, a to hned několika cestami, je grilování. Nejčastěji PAU vznikají pyrolýzou tuku odkapávajícího z grilovaného masa na rozžhavené topivo. Dochází pak ke kontaminaci horkým vzduchem. K tvorbě PAU přímo na povrchu masa pak také dojde, když je maso vystaveno přímému plameni o teplotě nejméně 400°C (Dobříková, Světlíková, 2007).

Další kulinární procesy přispívající ke vzniku PAU jsou sušení a pražení. Jde například o kávu a sušené ovoce. Podíl pražených potravin v potravním koši je ale relativně malý

(Tomaniová, Kocourek, Hajšlová, 1997). Příspěvek různých druhů potravin k celkovému příjmu PAU dietou – Obr. 3 (Velíšek, 1999c)



Obr. 3 Příspěvek různých druhů potravinových komodit k celkovému příjmu PAU dietou

% = PAU celkem, tj. obsah fluoranthenu, pyrenu, benz[a]anthracenu, chrysenu, trifenyleny, benzo[b]fluoranthenu, benzo[k]fluoranthenu, benzo[e]pyrenu, benzo[a]pyrenu a indeno[1,2,3-cd]pyrenu

Polycyklické aromatické uhlovodíky ale mohou ve velké míře vznikat i při výrobě jedlých olejů, kdy dochází k přímému sušení a zahřívání ohněm (Dobříková, Světlíková, 2007). Tyto látky ale jsou poté odstraněny rafinací. Například v olivovém oleji lisovaném za studena, který rafinaci nepodléhá, byl objeven obsah benzo[a]pyrenu a dalších PAU (Kasper, 2015).

Obecně se tedy tyto látky vyskytují nejvíce v grilovaných a uzených výrobcích, tucích a olejích, sušeném ovoci a cereáliích a čerstvém ovoci a zelenině. Průměrné hodnoty PAU v potravinách shrnuje následující tabulka – Tab. 7 (Turek, Šíma, Bencko, 2015).

Tab. 7 – Průměrné hodnoty PAU ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) v tepelně upravovaných potravinách*

Potravina	Obsah PAU
grilované kuře s kůží	320
kuře bez kůže	300
uzené maso	210
pečené maso	130
dušené maso	8
uzené maso (kouřové aroma)	0,3

* Jsou-li potraviny zabaleny do hliníkové folie (alobalu), je tvorba PAU výrazně snížena

Denní příjem z potravin v evropských státech se odhaduje mezi 14 až 270 ng. Jde především o látky benzo[a]antracen, benzo[a]pyren, benzo[e]pyren a chrysen (Dobříková, Světlíková, 2007). Srovnání příjmu PAU z různých zdrojů – Tab. 8 (Velíšek, 1999c).

Tab. 8 – Typické expoziční dávky PAU pro člověka z různých zdrojů

Zdroj PAU	Medián		Maximální hodnoty	
	denní příjem (µg)	% celkového příjmu	denní příjem (µg)	% celkového příjmu
potraviny	3	96,3	12	79
vzduch	0,05	1,6	2,7	18
voda	0,006	0,2	0,124	1
půdní částice	0,06	1,9	0,4	2
celkem	3,1	100	15,2	100
tabákový kouř	2-5 (1 balíček za den)		6-15 (3 balíčky za den)	
kuřáci celkem	5,0-8,0		21-30	

Podle vyhlášky 305/2004 o kontaminantech se v jedlých olejích připouští nejvýše 20 µg PAU/kg výrobku, přičemž jednotlivé látky nesmějí překročit množství 2 µg PAU/kg („Polycyklické aromatické uhlovodíky,“ n. d.). V roce 2011 vydala komise EU nařízení 835/2011, kde stanovuje nové limity pro PAU, a to jak pro samotný BaP, tak i pro sumu čtyř PAU (BaP, benz[a]anthracen, benzo[b]fluoranthén, chrysen). Povolené limity PAU pro jednotlivé komodity ukazuje následující tabulka – Tab. 9 (Turek, Šíma, Bencko, 2015).

Tab. 9 – Povolené limitní hodnoty PAU (v $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) v tepelně upravovaných potravinách

Potravina	Benzo(a)pyren platnost od-do*	PAU sumárně platnost od-do*
oleje a tuky	2,0	10,0
kakaové boby	5,0 od 1. 4. 2013	35,0 od 1. 4. 2013 do 31. 3. 2015 30,0 od 1. 4. 2015
kokosový olej	2,0	20,0
uzené maso a uzené masné výrobky	5,0 do 31. 8. 2014 2,0 od 1. 9. 2014	30,0 od 1. 9. 2012 do 31. 8. 2014 12,0 od 1. 9. 2014
uzené ryby, uzení korýši, krabi mlži (čerství, chlazení, mražení)	5,0 do 31. 8. 2014	30,0 od 1. 9. 2012 do 31. 8. 2014
tepelně ošetřené maso a masné výrobky	2,0 od 1. 9. 2014	2,0 od 1. 9. 2014
obilné a jiné příkrmy pro kojence a děti	1,0	1,0
počáteční a pokračovací kojenecká výživa mléko pro kojence	1,0	1,0
dietní potraviny pro kojence a pro zvláštní léčebné účely	1,0	1,0

* Není-li uvedeno datum platnosti, hodnoty jsou uvedeny ve vydání nařízení 835/2011 komise EU.

Hladina kontaminace PAU nedosahuje vysokých hodnot, ale kvůli jejich biologické aktivitě a trvalému působení je populace vystavena určitému riziku. Jde o karcinogenní a mutagenní aktivitu některých z těchto látek (Tomaniová, Kocourek, Hajšlová, 1997). Když se PAU dostanou do živého organismu, reagují s jeho strukturou a vznikají látky nazývané epoxidy a diolepoxydy. Ty se dokážou vázat na DNA, mění ji a působí karcinogenně. Toto působení bylo prokázáno nejméně u pěti z nich (Dobříková, Světlíková, 2007).

Úplné odstranění PAU z potravinářských výrobků není možné. Správnou volbou technologických postupů a dodržováním zásad správné hygienické a výrobní praxe lze ale jejich přítomnost v potravinách omezit na minimum (Dobříková, Světlíková, 2007).

5.4.5. Konečné produkty pokročilé lipooxidace

Konečné produkty pokročilé lipooxidace (ALE) vznikají reakcemi bílkovin s některými produkty oxidace lipidů. Jde o spontánní neenzymovou reakci. Dietární ALE se v největším množství nacházejí v tepelně upravených mléčných a masných výrobcích. Mezi ty, které vznikají výhradně oxidací lipidů, patří adukty s vázaným lysinem. Příkladem je MDA-lysine vznikající z malondialdehydu (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Tyto látky vznikají na podobných principech jako konečné produkty pokročilé glykace (AGE), které budou popsány dále v textu.

6. Chemické změny bílkovin

Při tepelné úpravě dochází k fyzikálním i chemickým změnám bílkovin. U bílkovin rostlinného původu dochází ke zlepšení stravitelnosti. U masa k výraznému zlepšení nedochází, jelikož bílkoviny masa jsou stravitelné i zasyrova. Proces, ke kterému dochází, se nazývá denaturace (Dostálová, 2008). Bude blíže popsán níže v textu.

Dále se inaktivují některé antinutriční látky bílkovinného původu. Jedná se o inhibitory proteáz, inhibitory amyláz a další látky snižující využitelnost bílkovin a poškozující střevní stěnu (např. lektiny ve fazolích a sóje). Kromě toho jsou zlepšeny senzorické vlastnosti reakcemi bílkovin se sacharidy a některými dalšími látkami (Dostálová, 2008).

Mezi negativní změny patří snížení stravitelnosti vznikem nových vazeb mezi AMK a vznikem těžce štěpitelných komplexů s tuky oxidovanými působením kyslíku při vyšších teplotách. Dále dochází k oxidaci AMK a ztrátě esenciální AMK lysinu (Dostálová, 2008).

Při tepelných úpravách za vysokých teplot mohou vznikat také látky přímo škodlivé, karcinogenní a mutagenní v průběhu Maillardovy reakce (např. při smažení, pečení, grilování).

6.1. Denaturace

Denaturace znamená změnu konformace globulárních bílkovin a tím i jejich vlastností. Bílkoviny denaturují účinkem tepla, ale i dalších fyzikálních a chemických činidel. Primární struktura proteinu je zachována, dochází ke změnám struktury sekundární, terciární a kvartérní a struktura proteinu se mění v méně uspořádanou. Změny bývají většinou nevratné a důsledkem toho je ztráta biologické aktivity a původní funkce proteinu (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

V případě úpravy masa první viditelné změny nastávají zhruba při 45°C, kdy dochází ke zkrácení svalů při denaturaci myosinu, při 50-55°C denaturuje aktomyozin a při 55-65°C také sarkoplasmatické bílkoviny. Při 60-65°C dochází současně ke změnám konformace molekul kolagenu a při 80°C jsou již koagulovány prakticky všechny myofibrilární i sarkoplasmatické bílkoviny. Při teplotách kolem 90°C kolagen želatinuje a zvyšuje se vaznost masa. Při 100°C vzniká v mase také sulfan a amoniak, které se významně podílejí na vzniku vonných a chuťových látek masa (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

Tepelná úprava má velký vliv na texturu masa (měkkost, křehkost). Denaturované bílkoviny na povrchu masa vytvářejí málo propustnou vrstvu, která zabrání ztrátám šťávy během další úpravy (Dostálová, 2008).

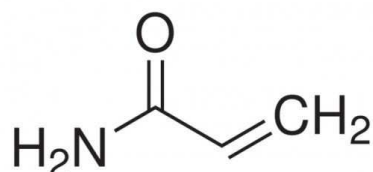
Při teplotách okolo 150°C (při pečení) probíhají reakce mnohem komplexnější. Při teplotách kolem 200°C a vyšších (např. v povrchových vrstvách masa při pečení, smažení a

grilování) dochází k isomerii nativních L-aminokyselin, v proteinech vznikají odpovídající D-aminokyseliny a neobvyklé AMK jako je lysinoalanin. Z některých AMK vznikají také toxické produkty (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

Bílkoviny mléčného séra denaturují při teplotě 60-70°C. V případě vajec probíhá denaturace lipoproteinů již při teplotě 57,5°C (Šindler, 2015).

6.2. Procesní kontaminanty vznikající z bílkovin

6.2.1. Akrylamid



Obr. 4 Chemický vzorec akrylamidu (Schwartz, 2018)

Akrylamid (AA) je bezbarvá látka bez zápachu, která se v průmyslu často používá při čištění vody, v kosmetice či jako těsnicí materiál při stavbě tunelů (Pedreschi, Mariotti, Granby, 2013). Zároveň jde o jeden z nejběžnějších toxinů v potravě. Co je horší, nachází se především v potravinách velmi atraktivních pro děti (Semla, Goc, Martiniaková, Omelka, Formicki, 2017).

Akrylamid se v žádné formě do potravin nepřidává. Může být přítomen kvůli kontaminaci z vnějšího prostředí, obalových materiálů, ale v největším množství vzniká při tepelných úpravách potravin. Z nepotravinové expozice této látky jde o práci ve výrobě, kdy bývá používán polyakrylamid, expozice z kosmetiky, vody a tabákového kouře (Ciesarová, 2005). Tato expozice byla ale známa již dříve, než došlo k poznání, že akrylamid přijímáme i s potravou (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

První zmínky o výskytu akrylamidu v potravinách se objevily až v roce 2002, kdy zveřejnil Švédský národní výbor pro potraviny a vědci ze Stockholmské univerzity výsledky o obsahu akrylamidu v tepelně zpracovaných potravinách (Ciesarová, 2005).

Tato látka se vyskytuje v širokém spektru smažených, pražených, pečených a toastovaných potravin, především připravených ze škrobnatých surovin rostlinného původu. Na základě zhodnocení množství dostupných dat se předpokládá, že západní populace přijímá tuto látku především ze smažených bramborových hranolek (16-30 %), smažených bramborových lupínků (6-46 %), kávy (13-39 %), pečiva a sušenek (10-20 %), chleba a křehkého chleba (10-30 %), ale i dalších potravin. Jsou tu ale určité rozdíly mezi různými zeměmi. Například káva může z velké části za příjem AA ve Švédsku, v USA a ve střední Evropě jde spíše o bramborové výrobky (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Akrylamid vzniká v průběhu Maillardovy reakce. Jeho klíčovými prekurzory jsou aminokyselina asparagin a redukující cukry umožňující jeho dekarboxylaci. Stopová množství AA mohou vzniknout i z prekurzorů jiných, např. akroleinu, akrylové kyseliny či glutenu (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Koncentrace AA v potravinách kolísají v závislosti na použitých surovinách, recepturách a kulinárním a průmyslovém zpracování. Vařené potraviny obsahují AA jen v minimálním množství nebo vůbec. Při smažení koreluje vznik AA s teplotou a její výdrží a s barvou produktů (Velíšek, Hajšlová, 2009b) – Tab. 10 (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Tab. 10 Změny koncentrace akrylamidu bramborových lupínků v závislosti na teplotě a době smažení

Teplota (°C)	Doba (min)	Akrylamid (μg.kg ⁻¹)	Teplota (°C)	Doba (min)	Akrylamid (μg.kg ⁻¹)
130	7,0	12000	170	2,3	26000
140	6,0	14000	180	2,1	32000
150	4,7	18000	190	1,6	38000
160	3,0	22000	200	1,3	47000

Výjimku tvoří pražení kávy, kdy dochází k poklesu AA v průběhu pražení. Dochází nejspíše k degradaci této látky a také k určitým ztrátám těkáním (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Faktorů ovlivňujících vznik AA a úroveň jeho kontaminace je hned několik (Velíšek, Hajšlová, 2009b):

- obsah redukujících cukrů a asparaginu (ale i dalších volných AMK)
- teplota
- hodnota pH
- obsah vody
- použití aditivních látek

Bylo tedy nalezeno hned několik řešení, jak tvorbu AA v potravinách snížit. Možná je například fortifikace surovin AMK, jako je glycin, který díky kompetici s asparaginem při Maillardově reakci snižuje celkové množství vzniklého AA. Existují i komerční preparáty asparaginy, která asparagin přímo rozkládá (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Je také možné vybírat a šlechtit plodiny s nižším obsahem redukujících cukrů a znovu tak snížit množství prekurzorů.

Postupy, které mohou výrobci potravin využít pro snížení hladiny akrylamidu v potravinách, jsou uvedeny v příručce nazvané „Acrylamide Toolbox“, vydané Konfederací potravinářských a nápojových průmyslů EU (CIAA) („FoodDrinkEurope updates industry-wide Acrylamide Toolbox“, 2014).

Akrylamidu se připisuje hned několik druhů toxických účinků najednou, čímž je zvýšena jeho celková toxicita. Popsané účinky jsou neurotoxické, karcinogenní, mutagenní, teratogenní, genotoxické a s vlivem na reprodukci (Cwиковá, 2014). Existuje i oxidovaný metabolit akrylamidu, glycidamid, který je ještě toxičtější. I když většina mechanismů toxických účinků AA je již známa, některé aspekty zůstávají nejasné (Semla, Goc, Martiniaková, Omelka, Formicki, 2017).

V pokusech byly stanoveny letální dávky akrylamidu pro králíky a potkany, na možnou karcinogenitu AA pro člověka existují ale odlišné závěry různých institucí (Cwиковá, 2014). CONTAM, neboli expertní panel EFSA zabývající se právě problematikou kontaminantů, potvrdil závěry z roku 2005, které považují příjem AA potravinami za nízký. Je ale zdůrazněna nutnost průběžného shromažďování dat pro další hodnocení (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Akrylamid je podle mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny IARC klasifikován ve skupině 2A jako pravděpodobný lidský karcinogen od roku 1994 („List of Classifications,” n. d.). Žádný legislativní limit, který by stanovil maximální hodnoty pro množství AA v potravinách, v současné době neexistuje (Svoboda, Mikulíková, Cwиковá, Běláková, Benešová, 2015).

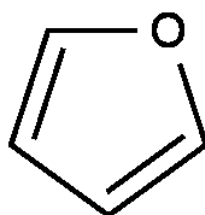
Množství akrylamidu obsažené v některých kategoriích výrobků zjištěných během let 2007-2010 shrnuje Tab. 11 (Cwиковá, 2014).

Tab. 11 Obsah akrylamidu [$\mu\text{g kg}^{-1}$] v různých potravinách v letech 2007–2010

Kategorie potravin	Rok 2007			Rok 2008			Rok 2009			Rok 2010		
	počet vzorků	X	M	počet vzorků	X	M	počet vzorků	X	M	počet vzorků	X	M
Hranolky (upravené ke konzumaci)	648	356	2668	563	277	2466	501	342	3380	256	338	2174
Bramborové lupínky	293	551	4180	532	580	4382	414	639	4804	242	675	4533
Předsmažené hranolky	137	306	2175	254	223	3025	249	270	2762	117	331	3955
Čerstvý chléb	176	75	1778	259	53	565	182	46	1460	150	30	425
Snídaňové cereálie	144	149	1600	166	155	2072	191	139	1435	174	138	1290
Sušenky, krekry, chlebové čipsy	938	326	4200	898	272	3307	964	247	4095	462	333	5849
Káva a náhražky kávy	312	373	4700	443	393	7095	279	463	4300	151	527	8044
Dětská výživa jiná než obilná	93	29	162	149	22	180	128	38	677	55	69	1107
Dětská výživa obilná	170	119	1215	194	69	1200	153	72	710	128	51	578
Snack (nebramborový)	63	275	2110	33	238	2120	66	208	621	80	192	1910
Müsli, obilná kaše	47	241	1315	26	33	112	72	58	487	14	80	420

X – průměrná hodnota [$\mu\text{g kg}^{-1}$], M – maximální hodnota [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

6.2.2. Furan



Obr. 5 Chemický vzorec furanu („Furan,“ 2014)

Furan je jednoduchá heterocyklická sloučenina, která typicky vzniká termickým rozkladem přírodních materiálů obsahujících pentosy a celulosu (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Přirozeně se v určitém množství vyskytuje v mnoha potravinách a nápojích a je spojován i s jejich chutí. Je podstatnou součástí škodlivin, které vznikají Maillardovou reakcí (Vranová, Ciesarová, 2009).

Furan a jeho deriváty (2-methylfurany a 3-methylfurany) byly objeveny v některých tepelně upravovaných potravinách již v 60. letech minulého století. Roku 2004 Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) v USA ohlásil výskyt těchto látek v mnoha potravinách (Vranová, Ciesarová, 2009).

Přítomnost tohoto kontaminantu v mnoha různých potravinách různého složení dokládá existenci více možností jeho vzniku. Za jeho prekurzory jsou považovány jak aminokyseliny, tak nenasycené mastné kyseliny a sacharidy, kyselina askorbová, ale i karotenoidy (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Nejvyšší nálezy furanu byly zjištěny v pražené kávě, karamelu, konzervovaných dětských výživách (se zeleninovým základem) a sterilovaných potravinách (Velíšek, Hajšlová, 2009b). EFSA objevil nejvyšší koncentrace furanu v pražených kávových zrnech (4579 µg/kg), mleté pražené kávě (2361 µg/kg), dále ale také například v kávě instantní a jejích náhražkách. Konečná koncentrace furanu v potravinách závisí na charakteru suroviny, podmínkách zpracování a na tom, v jaké míře se tato látka vypaří během úprav („Risks for public health,“ 2017).

U dětí do dvou let se průměrná denní expozice odhaduje na 0,41 µg/kg tělesné hmotnosti, u starších dětí a dospělých 0,26 µg/kg tělesné hmotnosti (Velíšek, Hajšlová, 2009b). U většiny spotřebitelů s průměrným příjmem potravin obsahujících furan je pouze nízké zdravotní riziko. U spotřebitelů s vysokou expozicí je ale až trojnásobně překročena hodnota tomuto odpovídající („Furan v potravinách – EFSA potvrzuje zdravotní rizika,“ 2017).

Nejvíce exponované furanu jsou děti. Pro kojence jsou nejvýznamnějším zdrojem hotové pokrmy (výživy a přesnídávky), pro dospělou populaci a seniory je to konzumace kávy. Výrobky z obilnin nejvíce přispívají k příjmu furanu batolaty, staršími dětmi a dospívajícími a jsou také druhým největším zdrojem i pro ostatní věkové kategorie („Risks for public health,“ 2017).

Furan v organismu snadno prostupuje biologickými membránami a je snadno vstřebán. Je silně cytotoxický (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Zdravotní rizika furanů v potravinách hodnotil a potvrdil úřad EFSA roku 2017. Verdikt byl takový, že konzumace furanů a methylfuranů v potravinách může vést k dlouhodobému poškození jater („Furan v potravinách – EFSA potvrzuje zdravotní rizika,“ 2017).

IARC hodnotí furan jako potenciální lidský karcinogen a řadí jej do skupiny 2B („List of Classifications,“ n. d.).

Množství furanu v potravinách se dá snížit intenzivním varem, pak bývá odstraňován velkým objemem tvořících se par. Při porovnání doma vyrobených produktů s výrobky průmyslovými, bývá větší koncentrace furanu v těch průmyslově vyrobených. Příkladá se

to minimální možnosti úniku par z použitých technologických zařízení (Velíšek, Hajšlová, 2009b). Podobným způsobem se dá předejít příjmu velkého množství furanu z kávy, pokud šálek necháme několik minut odstát. Část furanu je eliminována společně s párou.

Tolerovatelný denní příjem (TDI) pro furan ještě nebyl stanoven („Furan v potravinách – EFSA potvrzuje zdravotní rizika,“ 2017).

6.2.3. Heterocyklické aminy

Heterocyklické aminy (HA) jsou skupinou velmi škodlivých látek, které jsou genotoxické a mají i schopnost mutagenní a karcinogenní. Vznikají tepelným rozkladem proteinů nebo jednotlivých AMK, zejména tryptofanu, fenylalaninu a kyseliny glutamové. Z každé AMK vzniká jeden nebo více unikátních HA. Vytváří se pyrolytickou reakcí při teplotě nad 300°C, ale z velké části i při teplotách nižších. Kritickou reakcí při vzniku HA je Maillardova reakce, kdy redukující cukry v potravě reagují s aminosloučeninami. Limitujícím krokem pro vznik HA během vaření jídla je cyklizace kreatininu, látky přítomné v mase, proto je vznik těchto sloučenin omezen především na potraviny z masa (Stratil, Kubáň, 2005).

Nejvýznamnější skupinu HA tvoří N-heterocyklické aromatické aminy se třemi cykly. Jsou to velmi silné mutageny a karcinogeny (mnohonásobně silnější než do jejich objevení nejsilnější známý karcinogen, hepatokarcinogen aflatoxin), jak uvádí autoři Stratil a Kubáň (2005). Člověk přijímá potravou prakticky vždy směs více HA současně. I když je průměrně příjem HA u lidí poměrně nízký, může být u jednotlivců příjem a tím i riziko značně vysoké (Komprda, 2009).

Vznik HA v potravinách silně závisí na způsobu úpravy, délce úpravy a teplotě, druhu masa, obsahu tuku a vody, pH masa a obsahu kreatininu (Rahman, Sahar, Khan, Nadeem, 2014). HA vznikají při tepelných úpravách v rozmezí 100 – 800°C. Použití vysoké teploty po krátkou dobu nebo nižší teploty po delší dobu může vést ke stejnému stupni povrchového zhnědnutí, ale k velmi rozdílnému obsahu HA. Rozhodující je zde totiž teplota – při pečení při 300°C vzniká 4x více HA než při teplotě 200°C (Komprda, 2009).

Podle odhadů mají nejvyšší podíl na přívodu HA potravou grilovaná kuřata, pečené nebo grilované ryby, hovězí a vepřové pečené maso, řízky i plátky. Menší podíl má telecí a králíčí maso a další potraviny (Turek, Šíma, Bencko, 2015).

S konzumací HA je spojené riziko vzniku rakoviny tlustého střeva, pankreatu, gastrointestinálního traktu, plic, prostaty, kůže a prsu (Rahman, Sahar, Khan, Nadeem, 2014).

Celkový denní příjem těchto látek se pohybuje v mezích 160-1800 ng. Ve srovnání se známými mutageny a kancerogeny jako např. již zmíněný benzo[a]pyren tyto sloučeniny ve větší míře poškozují DNA a vyvolávají aberace chromozomů. Jsou snadno vstřebávány a distribuovány v těle. Riziko kancerogeneze z příjmu jednotlivých HA lze odhadnout jen

obtížně, jelikož se v masě nachází vždy jako směs více sloučenin včetně dalších kontaminantů (např. PAU, nitrosaminy) (Velíšek, Hajšlová, 2009b).

Mezi nejdůležitější opatření ke snížení příjmu HA patří dávat přednost vaření, dušení a mikrovlnnému ohřevu. Dále grilovat, smažit a péci maso a ryby při teplotě pod 180°C, odstraňovat povrchovou „kůrku“ a především připálené části smaženého, grilovaného a pečeného masa a ryb (Komprda, 2009).

Množství těchto látek může být sníženo také přidáním různých extraktů ovoce a zeleniny, koření a antioxidantů. Dále se dá množství snížit také marinováním a předpřípravou v mikrovlnné troubě (Rahman, Sahar, Khan, Nadeem, 2014).

6.2.4. Nitrosaminy

Nitrososloučeniny jsou látky, které ve své molekule obsahují kovalentně vázanou nitrososkupinu (-NO). Podle atomu, na který se tato skupina váže, rozlišujeme C-, N-, S- a O-nitrososloučeniny, z nichž nejvýznamnější v potravinářství jsou právě N-nitrosaminy (Vrzal, Olšovská, 2016). Patří mezi ně například N-nitrosodimethylamin, N-nitrosodiethylamin, N-nitrosopyrrolidin, a N-nitrosopiperidin, N-nitrosomorpholin a N-nitrosodi-n-butylamin („Nitrosaminy,“ n. d.). Můžeme je nalézt v potravinách, nápojích, tabákovém kouři, ale jde i o kontaminanty průmyslové (Modrá, Svobodová, Šířká, Blahová, 2014).

Jsou to látky vznikající především nitrosací sekundárních aminů. Zdrojem sekundárních aminů jsou přirozené složky potravy, například AMK a aminosacharidy. Vznikají také při metabolismu AMK řadou enzymových reakcí, ale i při termickém rozkladu AMK při teplotě nad 180°C a z produktů Maillardovy reakce. Další možností vzniku je ale také metabolizace pesticidů, které se do potravin dostávají jako cizorodé látky. Nitrosační činidla vznikají v kyselém prostředí z kyseliny dusité resp. dusitanů a dusičnanů přítomných v potravinách jako aditiva nebo kontaminanty (Modrá, Svobodová, Šířká, Blahová, 2014).

Výskyt N-nitrosaminů byl prokázán v uzených masech, uzených sýrech, rybách, ale také v nakládané zelenině, pivu a whisky. Díky zdokonalení výrobních procesů se daří obsah nitrosaminů v potravinách výrazně snížit („Nitrosaminy,“ n. d.). Legislativně je limitován pouze obsah N-nitrosodimethylaminu v pivu (Modrá, Svobodová, Šířká, Blahová, 2014).

N-nitrosaminy mají mutagenní, teratogenní, ale především karcinogenní účinky. Jako karcinogeny se uplatňují v tlustém střevě a po resorpci v dalších cílových orgánech, a to zejména v játrech (Modrá, Svobodová, Šířká, Blahová, 2014).

Mezi preventivní opatření patří především (Modrá, Svobodová, Šířká, Blahová, 2014):

- snížení množství dusitanů přidávaných do masných výrobků pro stabilizaci barvy a inhibici růstu bakterií,
- sušení potravin nepřímým ohřevem (např. sušení sladu),
- změna technologických postupů (snížení teploty při zpracování potravin pod 180°C).

Mimo to je třeba pokud možno konzumaci uzených mas a masných výrobků omezit a vyhýbat se pečení a grilování, jako tomu je i u prevence vzniku podobných procesních kontaminantů.

7. Chemické změny sacharidů

Změny sacharidů při tepelné úpravě mají vliv zejména na senzickou hodnotu a stravitelnost (Dostálová, 2008).

Škrob, komplexní sacharid, se působením vlhkého tepla mění v škrobový maz, který je snadněji stravitelný. Při kynutí a pečení, ale i při vaření brambor se škrob enzymaticky štěpí na snáze stravitelné dextriny nebo na jednoduché cukry (Dostálová, 2008).

Ze škrobu při opékání pekařských a mlýnských výrobků působením suchého tepla vznikají pražné dextriny. Jejich stravitelnost je omezená. Tyto dextriny při intenzivním záhřevu karamelizují (Dostálová, 2008).

Dále se mohou působením tepla rozpouštět některé složky vlákniny, což způsobuje měknutí ovoce a zeleniny při tepelné úpravě (Dostálová, 2008).

V jednoduchých sacharidech dochází také ke karamelizaci, a to při teplotách nad 200°C. Produkty karamelizace (kulér) jsou používány v potravinářském průmyslu k barvení některých pokrmů (vývarů, omáček, sladkých pokrmů i pečiva). Ke karamelizaci dochází i při smažení a pečení pečiva za vzniku hnědé kůrky. Karamelizuje i mléčný cukr při delším zahřátí mléka (Dostálová, 2008). Jedná se o druh neenzymatického hnědnutí. Dalším důležitým druhem je tzv. Maillardova reakce.

7.1. Maillardova reakce

Maillardova reakce je jednou z nejdůležitějších reakcí v oblasti tepelných úprav potravin. Týká se většiny kulinářských úprav potravin, od smažení, přes pečení, po pražení či grilování. Této reakci vděčíme za mnoho pozitivních senzických vlastností finálních pokrmů, za typickou chuť pečeného masa, za křupavou kůrku chleba, aroma pražené kávy nebo zlatavou barvu hranolek a chipsů, ale také piva. Na druhou stranu bývá vznik hnědého zbarvení při Maillardově reakci nežádoucí například u sušeného ovoce (meruněk). Zároveň při této reakci vznikají také některé toxické produkty, jako například akrylamid nebo furan.

Reakce se řadí mezi procesy neenzymatického hnědnutí, mezi které patří také karamelizace. Maillardova reakce byla poprvé popsána v roce 1913 francouzským lékařem a chemikem Louisem Camillem Maillardem. Přesněji byl proces popsán roku 1953, dodnes ale není ještě úplně objasněn.

Jde o reakci redukcí sacharidů s aminosloučeninami během skladování a zpracování potravin. V průběhu těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které spolu vzájemně reagují nebo reagují s přítomnými aminosloučeninami. Průvodním jevem je vznik hnědých pigmentů melanoidinů. Dále při reakci vznikají převážně

nízkomolekulární sloučeniny, které jsou relativně stálé. Mnohem méně jsou popsány reaktivní meziprodukty vznikající v nízkých koncentracích, které se většinou během reakce rozkládají (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

Je to neskutečně složitá reakce. Při izolované reakci glukózy s amoniakem je znám vznik více než 15 produktů a při reakci glukózy s glycinem jich vzniká více než 24. 100 látek dokonce vzniká při reakci glycinu a xylózy (Nursten, 2005).

Mezi nejvýznamnější monosacharidy podílející se v potravinách na této reakci patří glukóza a fruktóza, z disacharidů laktóza a maltóza. Sacharidy obsažené v glykoproteinech, glykolipidech a heteroglykosidech a neredukující cukry jako je sacharóza se mohou účastnit reakce až po hydrolýze na monosacharidy (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

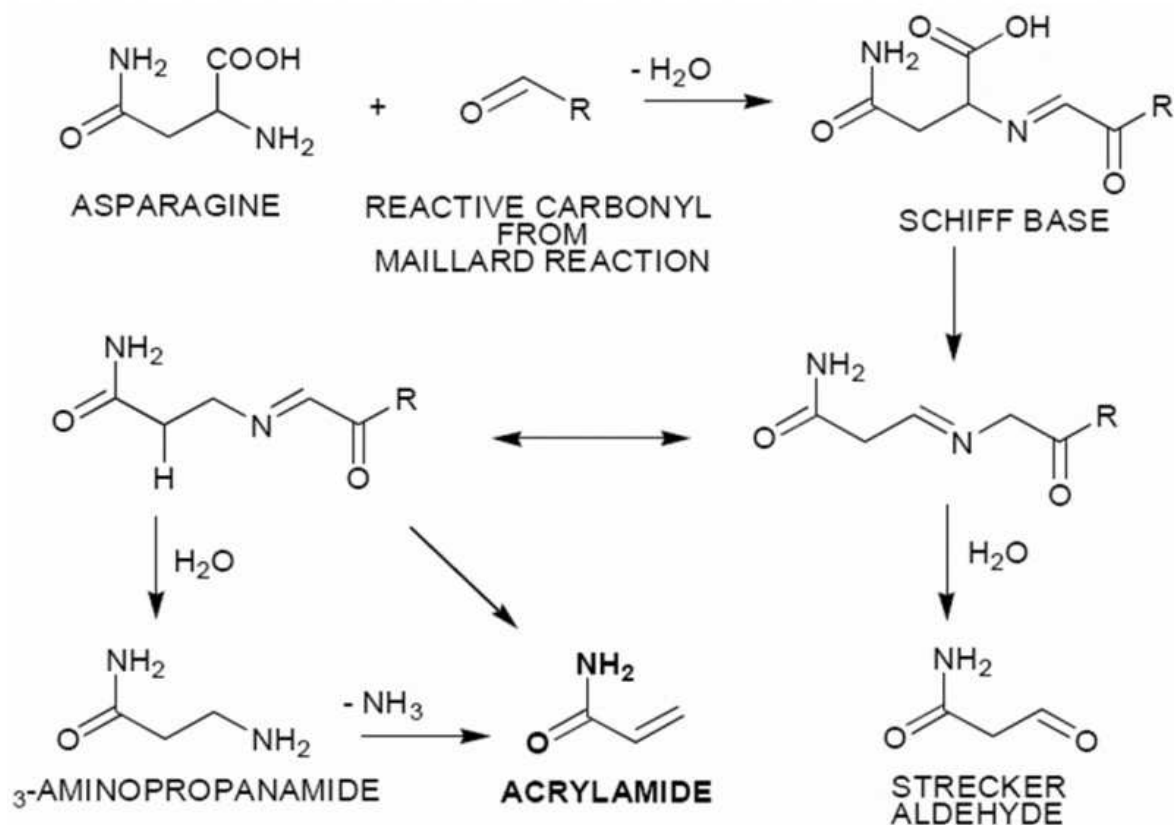
Maillardova reakce neboli glykace probíhá ve třech krocích – iniciace, propagace a terminace. Při iniciaci dochází ke kondenzaci redukovatelného cukru a aminu za vzniku nestabilní Schiffovy báze, která podléhá přesmyku a vede ke stabilnějšímu Amadoriho nebo Heynsovu produktu (v závislosti na typu redukovatelného cukru), jak popisují Obšil a Pavlíček (1997).

Při propagaci degradují Amadoriho produkty. Ty se buď oxidují, nebo dochází k rozkladu na původní amin a deoxyglukosony – velmi reaktivní sloučeniny, které opět reagují s volnou AMK a tím propagují Maillardovu reakci (Obšil, Pavlíček, 1997).

Ve fázi terminace dochází k tvorbě AGE, termodynamicky stabilních konečných produktů pokročilé glykace (Obšil a Pavlíček, 1997). Zároveň tu vznikají vysokomolekulární pigmenty melanoidiny, které jsou nositeli hnědého zbarvení, a také heterocyklické sloučeniny, které bývají důležitými chuťovými a vonnými látkami (Velíšek, Hajšlová, 2009a).

Kromě reakcí v potravinách je neenzymatická glykace běžným dějem v živých organismech. Tvorba AGE je poté podezírána z diabetogenního působení a spojována se stárnutím organismu.

Jejich patologický efekt spočívá zejména ve vazbě na receptory bílkovin lidského organismu a výsledkem je narušení jejich struktury a funkcí a dále podpora oxidačního stresu a zánětlivé reakce. Tvorba těchto látek je fyziologická, u diabetiků ale bývá tento proces urychlen (Zlatohlávek, 2016). U diabetiků je tedy potřeba exogenní přísun AGE zvýšeně sledovat a vyvarovat se potravin a metod, které jejich vznik umocňují.



Obr. 6 Schéma Maillardovy reakce (Cwiková, 2012)

7.2. Procesní kontaminanty vznikající ze sacharidů

7.2.1. Produkty pokročilé glykace

Látky vzniklé při neenzymatických reakcích sacharidů s proteiny označil v roce 1987 A. Cerami jako AGE (advanced glycation end products), tedy produkty pokročilé glykace. Podobně byly označeny i produkty pokročilé lipooxidace (ALE) a oxidace proteinů (AOPP). V devadesátých letech minulého století byly také identifikovány buněčné receptory pro AGE (Turek, Šíma, Bencko, 2014).

Produkty pokročilé glykace tvoří komplexní a heterogenní skupinu sloučenin, mezi které řadíme například pentosidy, vesperlysiny a 3DG-imidizolony, přičemž další AGE produkty jsou popisovány každé dva až tři roky. Vznikají v průběhu Maillardovy reakce (Turek, Šíma, Bencko, 2014).

Bylo objeveno, že v krvi a tkáních lidí trpících chronickými onemocněními je obsaženo mnohem více produktů neenzymatických reakcí, než je tomu u zdravé populace. Tyto látky se s postupujícím věkem hromadí v organismu a jsou příčinou oslabení imunity. To vyúsťuje v chronické záněty a zvýšený sklon k infekčním chorobám, snížení antioxidační ochrany, narušení mechanismů oprav DNA, hromadění toxických látek a také urychlení nástupu a vývoje různých chronických onemocnění. Nedávné studie rovněž naznačují

účast těchto produktů při rozvoji Parkinsonovy choroby, amyloidotické laterální sklerózy, familiární amyloidotické polyneuropatie, Downova syndromu, Huntingtonovy choroby, mozkových příhod, Creutzfeldovy-Jacobovy choroby a také bovinní spongiformní encefalopatie, která vykazuje řadu podobností s Alzheimerovou chorobou. AGE hrají také významnou roli v patogenezi diabetu 2. typu a vývoji jeho chronických komplikací (Šíma, Turek, 2012).

Rozlišují se nízkomolekulární a vysokomolekulární produkty pokročilé glykace. Nízkomolekulární AGE vznikají během dušení a vaření, které probíhají při teplotě do 100°C, a to již po 10 minutách. Ty vysokomolekulární vznikají při pečení za teploty 230°C po dobu 20 minut. U diabetiků byly prokázány závažnější nežádoucí účinky u vysokomolekulárních AGE než u nízkomolekulárních (Šíma, Turek, 2012). Potravinové zdroje AGE shrnuje tabulka – Tab. 12 (Turek, Šíma, Bencko, 2014).

Tab. 12 – Hlavní zdroje AGE/ALE/AOPP

Potravina	Technologie přípravy
mléko a mléčné produkty, sušené mléko	pasterace, sterilizace, ozařování, mikrovlny, zrání sýrů
obiloviny, pekařské produkty	pečení*
maso, ryby, masné produkty, konzervy	vaření, pečení*, smažení*, grilování*, uzení, sušení, konzervace, aditiva
ovoce, zelenina	tepelné zpracování, sušení, konzervace, aditiva
káva, čaje, alkohol, vína, mošty, šťávy, limonády, pivo	technologické postupy zpracování surovin a přípravy

*Pro snížení rizika vzniku AGE/ALE/AOPP je důležité dodržovat při pečení, smažení a grilování teploty nepřesahující 170°C.

Pro snížení vzniku těchto látek je nutné nepřekračovat při tepelných úpravách teplotu 170°C. Dále je možné jejich účinky snižovat konzumací ochranných látek. Nejvýznamnější z nich jsou látky s antioxidačními účinky, například vitaminy C, A, E a D, stopové prvky jako zinek nebo selen a některé aminokyseliny a peptidy, například taurin, karnosin a glutation (Turek, Šíma, Bencko, 2014).

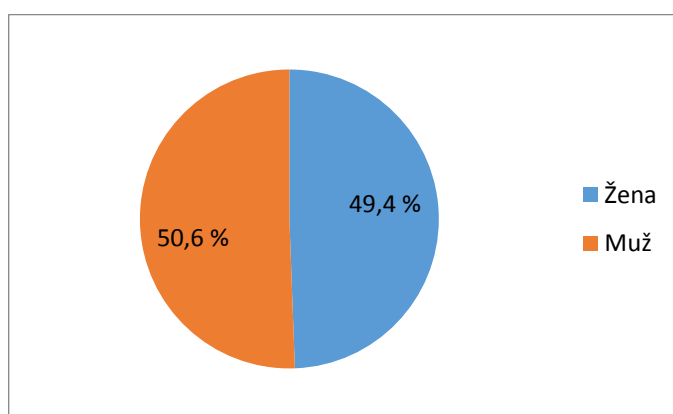
8. Praktická část

8.1. Metodika

Praktická část bakalářské práce byla provedena formou dotazníkového šetření. Respondenti byli osloveni osobní formou bez využití internetové dotazníkové akce. Dotazník byl v tištěné formě a skládal se ze 16 otázek. První tři zjišťovaly pohlaví, věk a vzdělání respondentů. Zbytek otázek se týkal stravovacích návyků vzorku populace a jeho informovanosti v oblasti bezpečnosti potravin. Dotazník byl zcela anonymní a sběr dat probíhal v první polovině února 2018. Vzor dotazníku je přiložen v závěru práce.

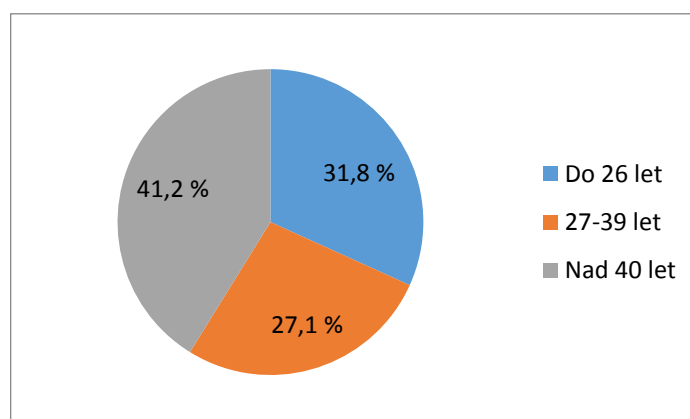
Průzkumu se zúčastnilo 85 respondentů. Pro porovnání stravovacích návyků byli rozděleni do třech věkových kategorií – do 26 let, od 27 do 39 let a nad 40 let. Do první kategorie spadalo 27 respondentů, do druhé 23, třetí byla nejpočetnější se 35 respondenty.

Z grafu je patrné, že zastoupení mužů a žen v průzkumu bylo téměř 1:1.



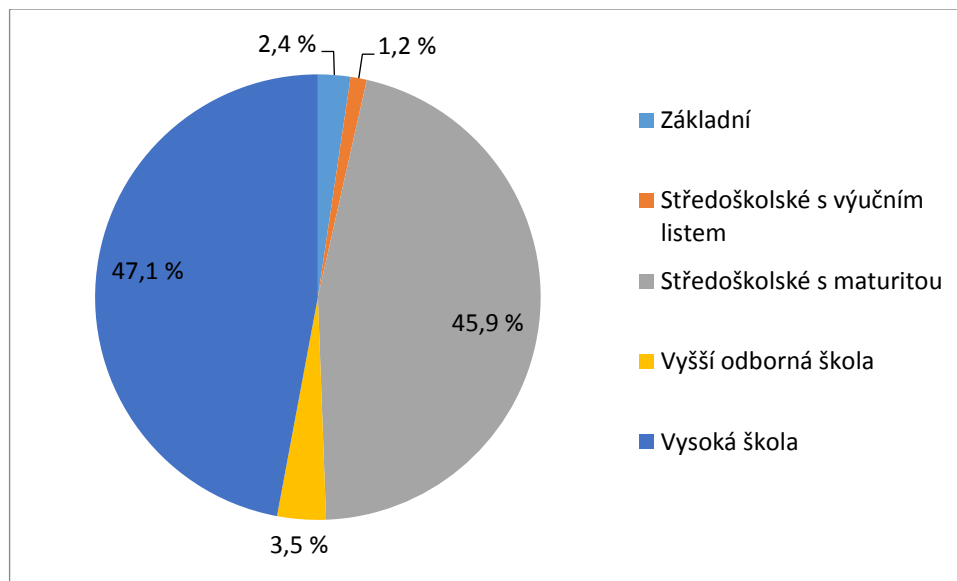
Graf č. 1: Rozdělení respondentů podle pohlaví

Druhý graf ukazuje procentuální rozdělení respondentů do tří určených věkových kategorií. Nejpočetnější byla kategorie respondentů nad 40 let (41,2 %).



Graf č. 2: Rozdělení respondentů do věkových kategorií

Vzdělání respondentů bylo nejčastěji středoškolské s maturitou (45,9 %) nebo vysokoškolské (47,1 %).

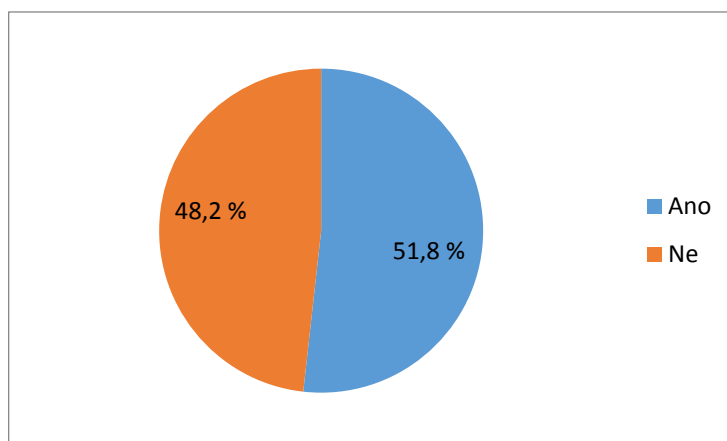


Graf č. 3: Rozdělení respondentů podle nejvyššího dosaženého vzdělání

8.2. Výsledky

OTÁZKA Č. 4

První otázka týkající se stravování se respondentů tázala, zda hodnotí svůj způsob stravování jako zdravý. Počet odpovědí „ano“ a odpovědí „ne“ byl ve výsledku téměř 1:1 s rozdílem jen tří odpovědí. 44 respondentů považuje svůj způsob stravování za zdravý, 41 nikoliv.



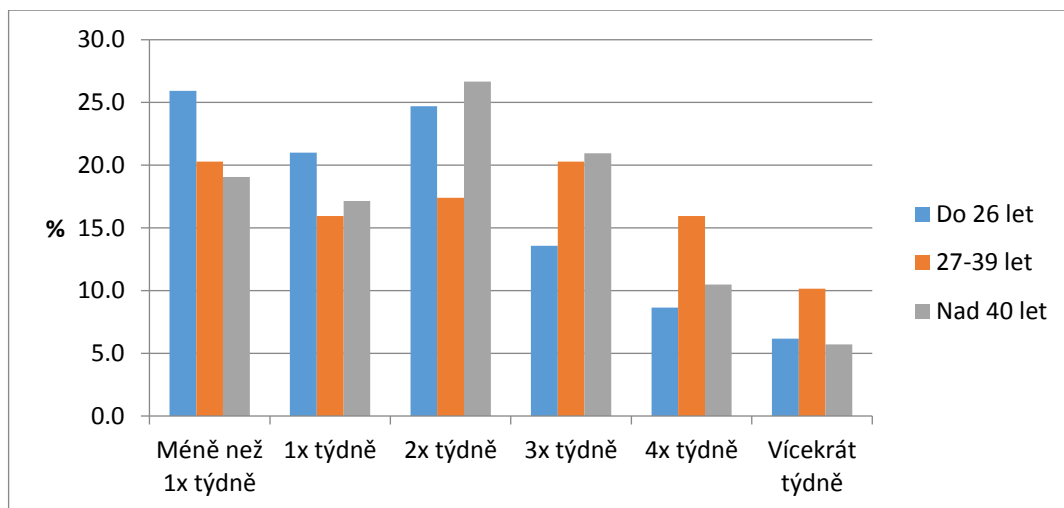
Graf č. 4: Hodnocení respondentů, zda svůj způsob stravování hodnotí jako zdravý

OTÁZKA Č. 5 + OTÁZKA Č. 6

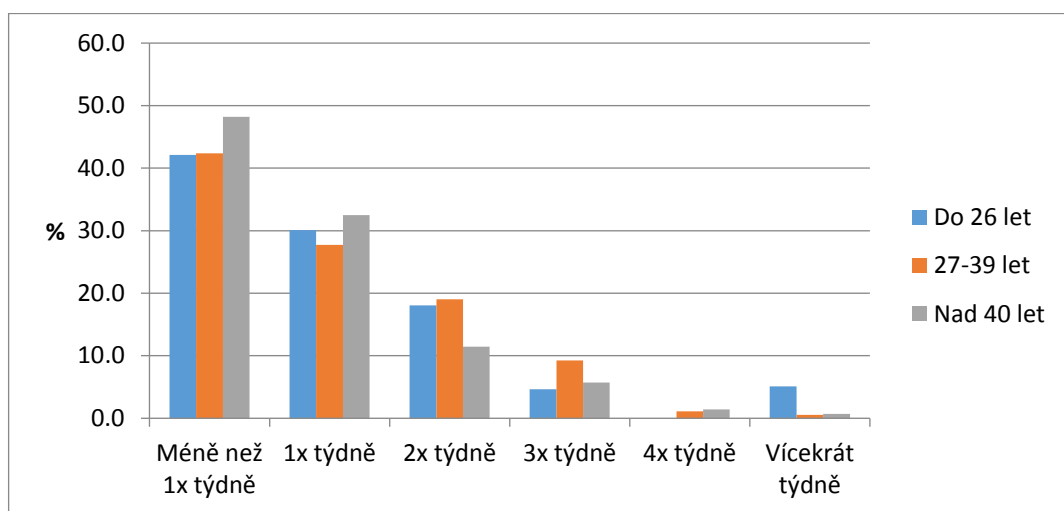
Stěžejní pátá a šestá otázka se týkaly stravovacích návyků dotázaných. V páté otázce jsme se ptali, kolikrát týdně respondent upravuje pokrmy danými způsoby. Cílem šesté otázky bylo zjistit, kolikrát týdně dotázaní takto upravené pokrmy konzumují i mimo domov.

Odpovědi na obě otázky jsme sdružili do tří grafů a vyhodnotili společně. Jeden graf se týká zdravých kulinářských úprav, do kterých jsme zařadili vaření, vaření na páře a dušení. Druhý se týká nezdravých úprav, a to smažení, pečení, grilování a restování. Pro uzení, velmi nezdravý způsob úpravy, kdy vzniká nejvíce škodlivin, jsme vytvořili samostatný graf. Z grafů tedy mělo vyplynout, zda respondenti inklinují spíše ke zdravým nebo nezdravým či velmi nezdravým způsobům tepelných úprav potravin.

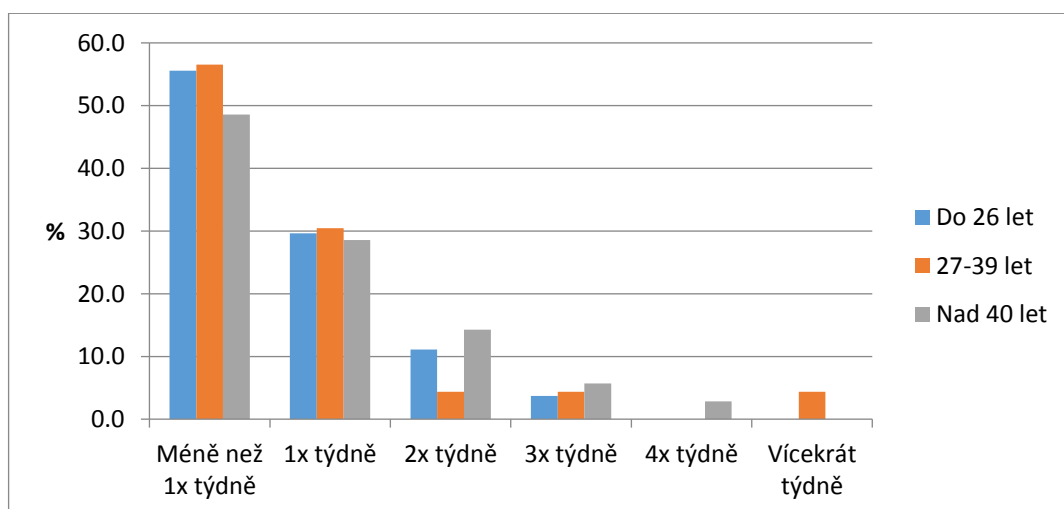
Mezi jednotlivými věkovými kategoriemi nebyly významné rozdíly. Statisticky se od sebe odpovědi jednotlivých věkových kategorií lišily maximálně o 9,3 %. Z grafů je pouze vidět, že nejmladší kategorie má tendenci volit zdravější úpravy méně často a naopak nezdravé úpravy poněkud častěji, než zbylé kategorie. To by mohlo být dáno tím, že si zatím tolik nevaří a častěji se stravuje ve fastfoodech. Naopak nejzdravěji se stravující se zdá být střední věková kategorie.



Graf č. 5: Frekvence konzumace zdravých typů pokrmů



Graf č. 6: Frekvence konzumace nezdravých typů pokrmů



Graf č. 7: Frekvence konzumace velmi nezdravých typů pokrmů

OTÁZKA Č. 7

Předmětem sedmé otázky bylo zjistit, jaké typy pokrmů preferují jednotlivé věkové kategorie při výběru z menu v restauraci či v jídelně. V dotazníku bylo možné zaškrtnout až tři odpovědi a zaznamenat pořadí, ve kterém by dotyčný jídla volil. Nejfrekventovanější odpovědi udávané na prvním, druhém a třetím místě pro jednotlivé věkové kategorie zobrazuje následující tabulka.

První místo ve všech věkových kategoriích zaujalo maso se zeleninovou přílohou, které se často objevovalo i na druhém místě. Z odpovědí je patrné, že klasickou českou kuchyni již nestaví na první místo ani starší generace. Naopak dobře se umístila italská kuchyně a těstoviny, ale také odlehčená jídla a saláty. Sladká nebo tučná jídla by naopak volil jen zlomek lidí.

Tab. 13: Preference při výběru z menu v restauraci nebo jídelně

	Do 26 let	27-39 let	Nad 40 let
1. místo	Maso se zel. přílohou Italská kuchyně a těstoviny	Maso se zel. přílohou	Maso se zel. přílohou
2. místo	Klasická česká kuchyně Maso se zel. přílohou	Italská kuchyně a těstoviny	Maso se zel. přílohou
3. místo	Italská kuchyně a těstoviny	Klasická česká kuchyně	Italská kuchyně a těstoviny Odlehčená jídla a saláty

OTÁZKA Č. 8

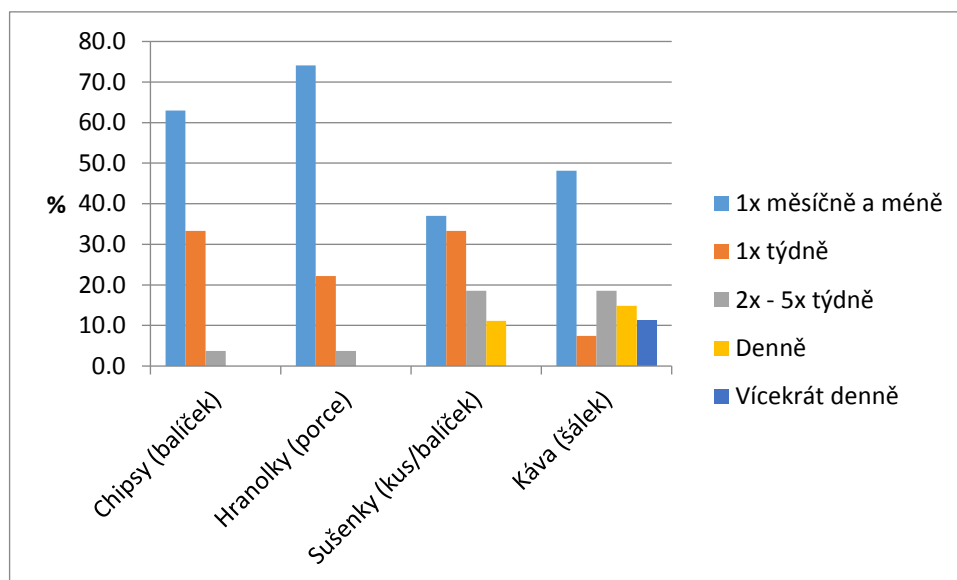
V osmé otázce jsme zjišťovali, jak často v průměru respondenti konzumují právě ty potraviny a pochutiny, které obvykle bývají zdrojem procesních kontaminantů. Otázky byly zaměřeny na konzumaci chipsů, hranolek, sušenek a kávy. Bylo možné udat frekvenci 1x měsíčně a méně, 1x týdně, 2x-5x týdně, denně nebo vícekrát denně. Každý z grafů zahrnuje jednu věkovou kategorii.

Konzumace chipsů byla udávána nejčastěji jako 1x měsíčně nebo méně a takto odpovědělo kolem 60 % respondentů do 26 let a zhruba 80 % respondentů starších. Nikdo neuvedl, že by smažené brambůrky konzumoval denně nebo i vícekrát denně.

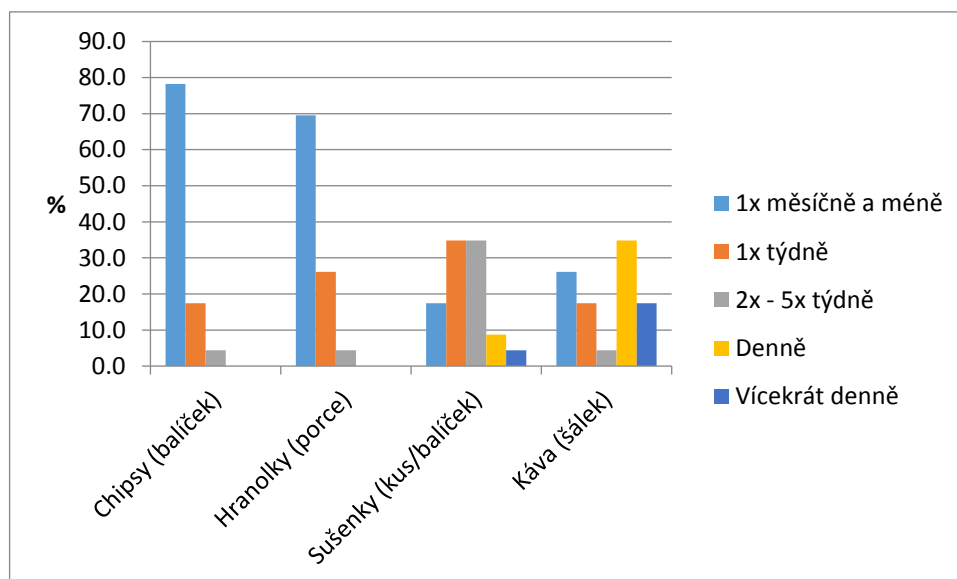
Frekvence konzumace bramborových hranolek byla uváděna podobně. Odpověď 1x měsíčně nebo méně zapsalo kolem 70 % dotázaných do 39 let, v kategorii nad 40 let se četnost odpovědi blížila dokonce 90 %. Zřídka byla frekvence častější a opět žádný z respondentů nevolil možnost denně nebo vícekrát denně.

Sušenky však už veřejnost konzumuje častěji a odpovědi byly variabilnější. Více než polovina lidí z každé věkové kategorie si je dává více než jednou týdně. Už se také objevují odpovědi denně a vícekrát denně v kategoriích mladších 40 let.

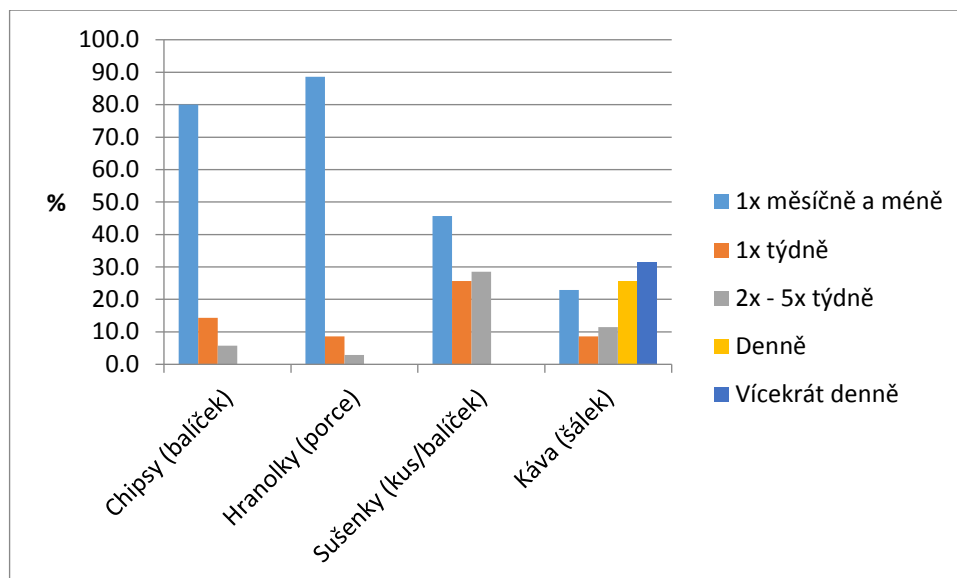
U kávy nalezneme pravidelných konzumentů pochopitelně více. U dotázaných do 26 let konzumuje kávu minimálně jednou denně celá čtvrtina, ve dvou zbývajících kategoriích dokonce přes polovinu. Nejmarkantněji zastoupena byla samostatná odpověď vícekrát denně v kategorii nad 40 let – dokonce ve 31,4 %.



Graf č. 8: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie do 26 let



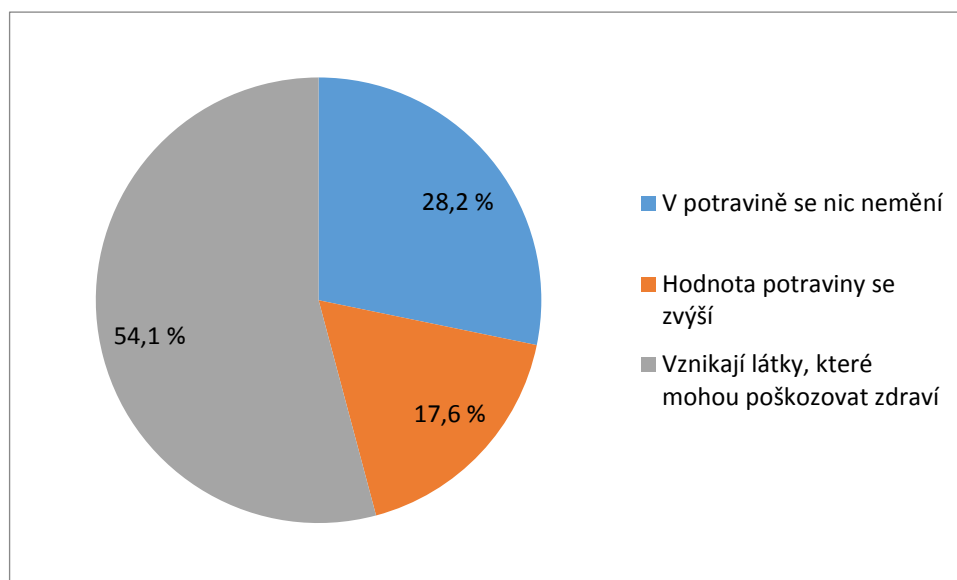
Graf č. 9: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie 27-39 let



Graf č. 10: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie nad 40 let

OTÁZKA Č. 9

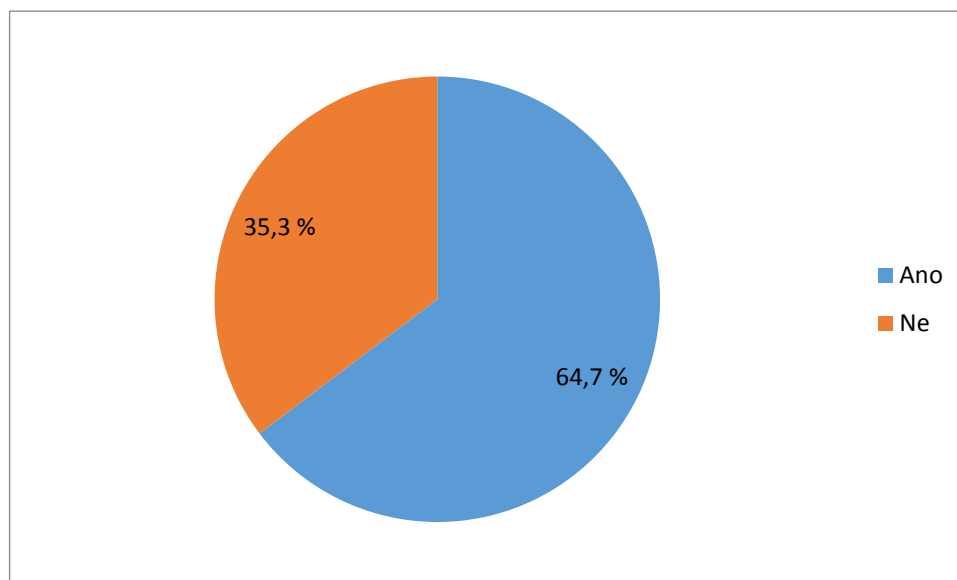
Otázka č. 9 byla mířena na znalost veřejnosti, co se týče změn, které probíhají v potravinách během tepelných úprav. Povědomí o vzniku nebezpečných látek měla více jak polovina dotázaných (54,1 %), naopak udivující je, že si více než čtvrtina dotázaných myslí, že se v potravině nic nemění, co se týče jejich hodnoty (28,2 %).



Graf č. 11: Znalost o změnách v potravinách během tepelné úpravy

OTÁZKA Č. 10

Tato otázka pouze zjišťovala, zda veřejnosti něco říkají výrazy: akrylamid, furan a monochlorpropandiol. Téměř dvě třetiny (64,7 %) alespoň jeden z těchto názvů procesních kontaminantů už někdy slyšely.

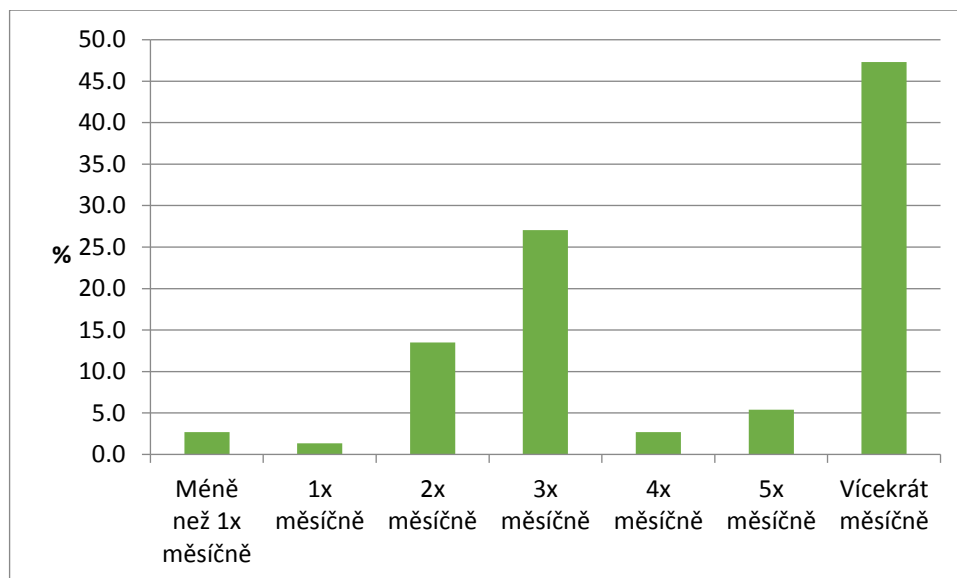


Graf č. 12: Znalost výrazů akrylamid, furan, monochlorpropandiol

OTÁZKA Č. 11

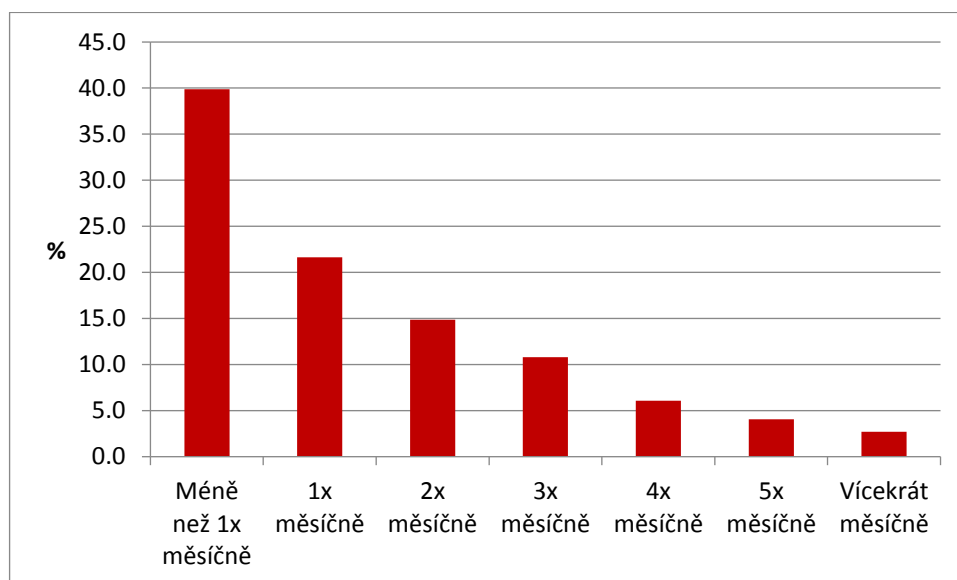
Na tuto otázku odpovídali jen respondenti, kteří mají děti. Z celkových 85 dotázaných je to 37 z nich (43,5 %). Zjišťovali jsme, jak přistupovali k výživě svých dětí mezi jejich 3-15 lety. Dotázáni byli na frekvenci podávání pokrmů připravených jednotlivými tepelnými úpravami – vařené, dušené, grilované, uzené, smažené a pečené. Odpovědi jsme opět sdružili a hodnotili zdravé a nezdravé úpravy jako dva celky odděleně. Do zdravých tepelných úprav potravin jsme zařadili vaření a dušení, do nezdravých grilování, uzení, smažení a pečení.

Z grafu č. 13 je patrná stoupající tendence směrem k častějšímu podávání pokrmů upravených zdravějšími způsoby. Téměř polovina respondentů (47,3 %) je zařazovala vícekrát než 5x měsíčně.



Graf č. 13: Frekvence podávání pokrmů upravených zdravými způsoby dětem ve věku 3-15 let

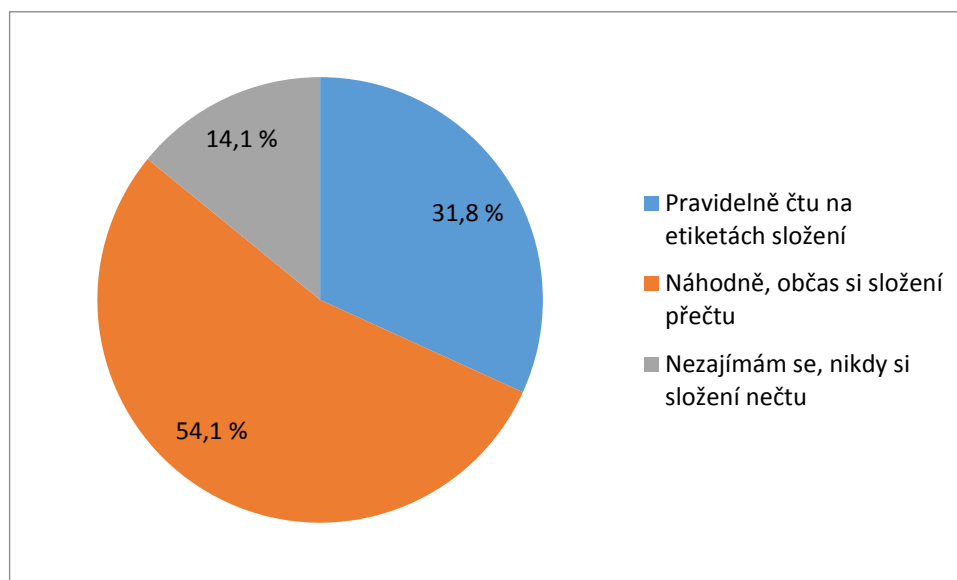
Z grafu č. 14 naopak vyplývá jednoznačně klesající tendence odpovědí směrem k častějšímu podávání pokrmů upravených nezdravými způsoby. 40 % dotázaných je podává méně než 1x měsíčně, naopak pouze 4 respondenti (2,7 %) udali, že vícekrát než 5x měsíčně.



Graf č. 14: Frekvence podávání pokrmů upravených nezdravými způsoby dětem ve věku 3-15 let

OTÁZKA Č. 12

Cílem této otázky bylo zmapovat, v jaké míře se dotazovaná veřejnost zajímá o složení potravin, které si kupuje, a to z hlediska obsaženého tuku, množství soli a aditivních látek. Více než polovina respondentů (54,1 %) udala, že si složení na etiketě přečte občas. Pozitivní je, že pouhých 14,1 % se o složení potravin nezajímá vůbec a nikdy si složení nečte.



Graf č. 15: Zájem veřejnosti o složení výrobků, které si kupuje

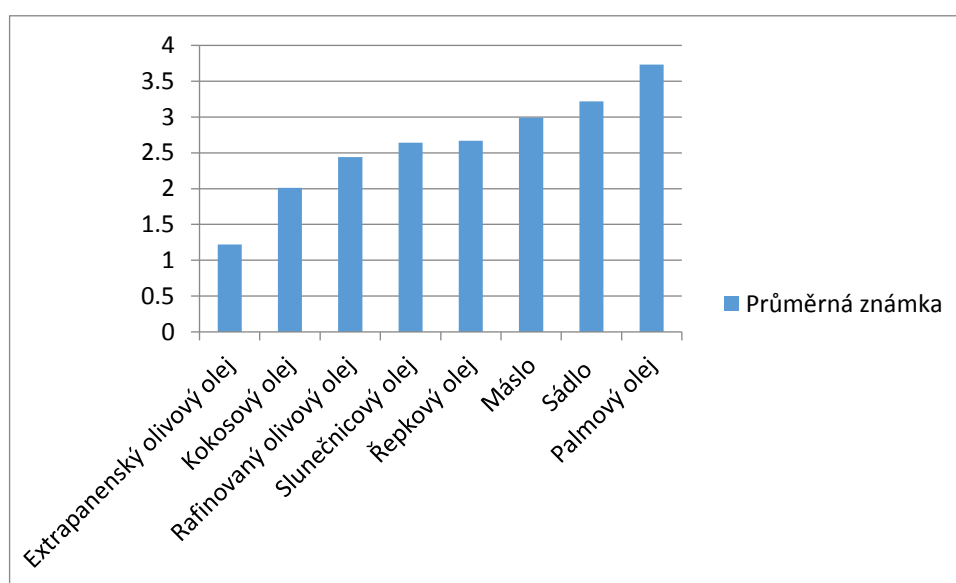
OTÁZKA Č. 13

Ve třinácté otázce měli respondenti ohodnotit dané tuky a oleje podle škodlivosti známkami jako ve škole. Průměrnou známku pro každý z olejů udávají následující tabulka a graf.

Nejlepší průměrné hodnocení dostal v souladu s naším očekáváním extrapanenský olivový olej (známka 1,22). Je tedy patrné, že jeho příznivé působení např. ve středomořské dietě je všeobecně známo. Dobré je také povědomí o palmovém oleji, který je pro svůj obsah nasycených mastných kyselin podobný spíše živočišnému tuku, nelze jej tudíž považovat za zdraví prospěšný (známka 3,73). S údivem je ale to, jak kladně veřejnost hodnotí prospěšnost kokosového oleje, který se umístil hned na druhém místě (známka 2,01). Jde přitom o tuk nejvíce aterogenní a trombogenní pro nepříznivý poměr MK (Svačina, 2008). Zároveň byl podceňován řepkový olej, který má složení MK z cenově dostupných tuků nejpříznivější (známka 2,67).

Tab. 14: Hodnocení olejů známkami

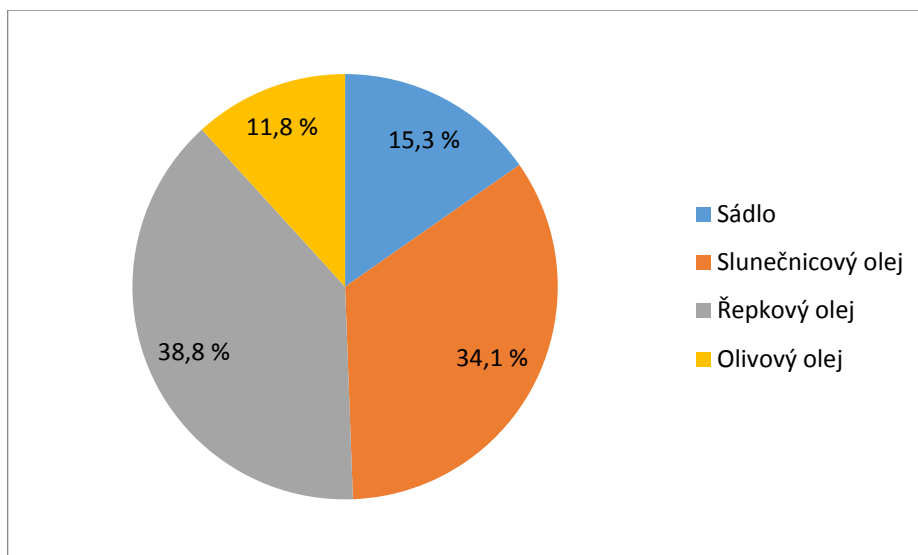
Název oleje	Průměrná známka
Extrapanenský olivový olej	1,22
Kokosový olej	2,01
Rafinovaný olivový olej	2,44
Slunečnicový olej	2,64
Řepkový olej	2,67
Máslo	2,99
Sádlo	3,22
Palmový olej	3,73



Graf č. 16: Bodové hodnocení tuků podle škodlivosti pro organismus. Hodnocení pomocí stupnice školního známkování

OTÁZKA Č. 14

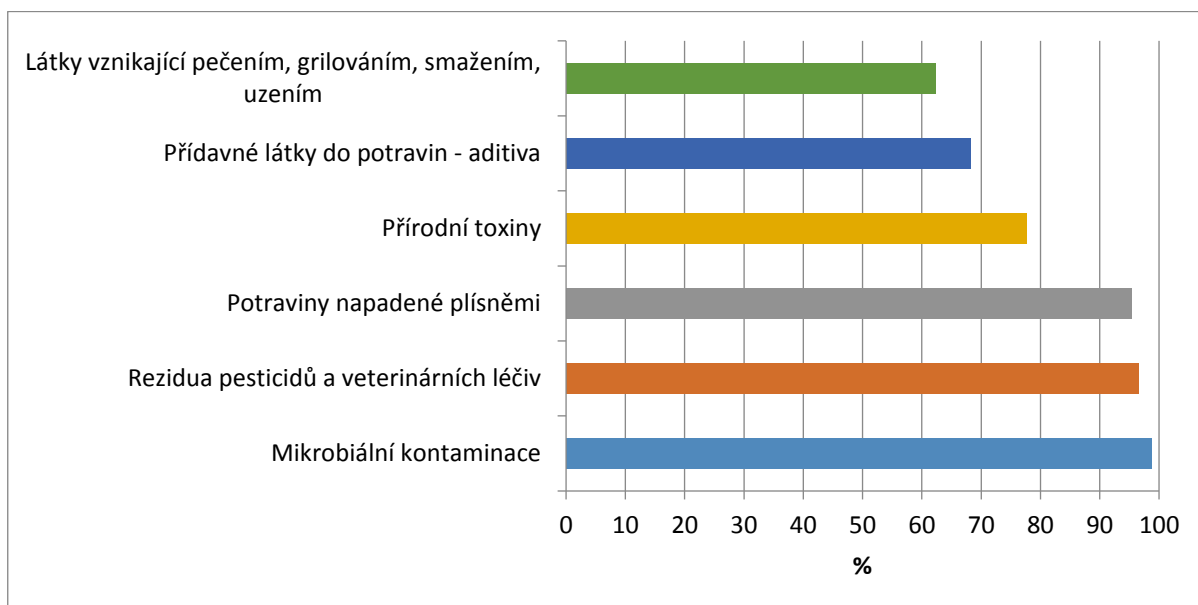
Výsledky navazující otázky vypovídají o tom, jaký tuk je respondenty preferován při úpravě potravin smažením. Na výběr bylo pouze ze čtyř tuků. 72,9 % dotázaných používá buď řepkový, nebo slunečnicový olej, s mírnou převahou oleje řepkového.



Graf č. 17: Procentuální zastoupení preference tuku pro smažení

OTÁZKA Č. 15

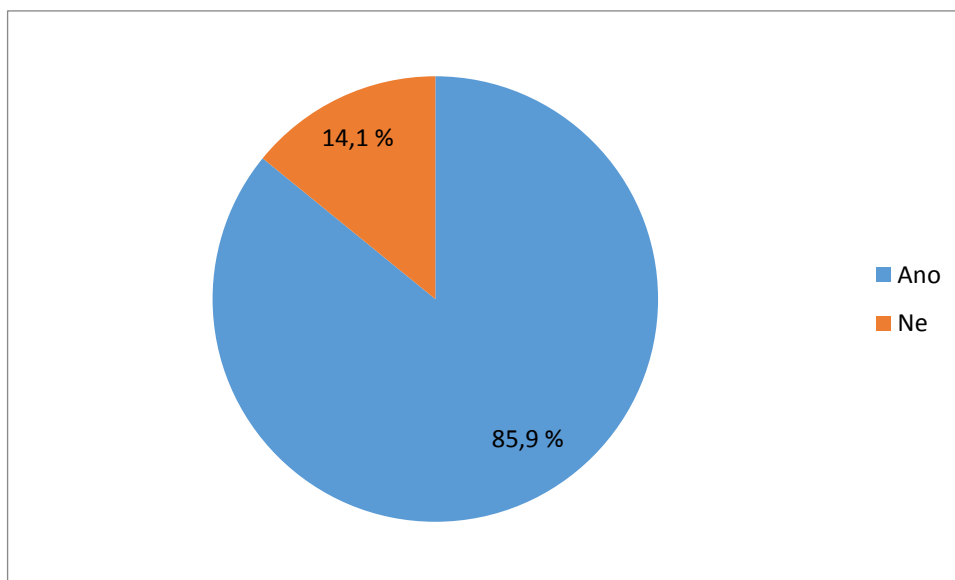
Obsahem otázky č. 15 bylo, které z vyjmenovaných nálezů v potravinách považují respondenti za rizikové a mají z nich obavy. Z následujícího grafu vyplývá, že největší obavu má dotázaná veřejnost z mikrobiální kontaminace potravin (98,8 %), naopak jen necelé dvě třetiny dotázaných uvedlo, že považují za nebezpečný nálezy látek vznikajících pečením, grilováním, smažením a uzením (62,4 %).



Graf č. 18: Procentuální zastoupení odpovědí „ano“ na otázku, zda respondenti považují uvedené látky za nebezpečné

OTÁZKA Č. 16

Poslední otázka byla dotazem, zda respondenti vědí, kde nalézt potřebné informace ohledně výskytu nebezpečných látek v potravinách. Většina odpověděla kladně (85,9 %), což v dnešní době internetu není překvapivé.



Graf č. 19: Znalost respondentů, kde získat informace o výskytu nebezpečných látek v potravinách

8.3. Diskuse

Průzkumu se zúčastnilo 85 respondentů. Mužů a žen bylo přibližně stejně a byli to převážně lidé s maturitou nebo vysokou školou. Dotazníkové šetření bylo mířené na lidi z rozdílných socioekonomických poměrů, zaměstnání nebo škol. Polovina z nich hodnotila svůj způsob stravování jako zdravý, druhá polovina jako nezdravý.

Nejdůležitější otázky týkající se stravovacích návyků byly zařazeny hned ze začátku. Dotázaní zapisovali frekvence konzumace pokrmů připravovaných různými kulinárními způsoby. Přestože byly brány v úvahu rozdílné věkové kategorie, rozdíly mezi jejich odpověďmi nebyly velké. To, co nás nepotěšilo, je, že až 1/5 dotázaných používá zdravé způsoby úpravy pokrmů jen méně než 1x týdně, zato například ve věkových kategoriích do 40 let téměř 1/5 udává u nezdravých způsobů frekvenci 2x týdně. Více jak 50 % dotázaných si je přitom vědomo, že rizikovými tepelnými úpravami v potravinách vznikají nebezpečné látky, téměř dvě třetiny respondentů navíc slyšely alespoň jeden z názvů procesních kontaminantů. V restauraci nebo jiných stravovacích zařízeních pak dle našeho průzkumu však lidé dávají přednost masu se zeleninovou přílohou.

Co se týče konzumace rizikových potravin, z odpovědí vyplývá, že ze čtyř pochutin a potravin, na které byl dotaz směřován, jsou největším problémem sušenky, které někteří konzumují i jednou či vícekrát denně. Problém konzumace kávy, která je v dotázané veřejnosti velice rozšířená, je diskutabilní. Zde obsah kontaminantů akrylamidu a furanu totiž velmi závisí na stupni pražení kávových zrn a způsobu přípravy kávy, jak obdobně uvádí autoři Cwiková (2005) nebo Velíšek a Hajšlová (2009b). Zároveň také část furanu může vyprchat, necháme-li kávu několik minut „odstát“. Navíc káva je dnes již považována za zdraví prospěšný nápoj, jak zmiňuje například Svačina ve své publikaci (2008), a klady by tak mohly převážit nad riziky. Sušenky však žádná pozitiva z nutričního hlediska nepřinášejí.

O zdraví svých dětí většinou starostliví rodiče usilují více než o to svoje. I přesto 13 % rodičů zařazovalo do výživy svých dětí (mezi 3-15 lety) nezdravý způsob tepelné úpravy 1x nebo vícekrát týdně.

Další zajímavou informací bylo, že přes 85 % respondentů si čte obaly potravinářských výrobků ať už pravidelně, nebo občas, a jen cca 14 % se o složení výrobků nezajímá vůbec. Zároveň ale z průzkumu vyplývá, že veřejnost nemá dostatečné informace ohledně kvality tuků a rostlinných olejů. Dotázaní stále kladně hodnotili kokosový olej a naopak nedoceňovali kvalitní řepkový. Řepkový olej je také jedním z nejvhodnějších tuků pro smažení, jak udává například Dostálová (2008), přesto na něm smaží méně než 40 % dotázaných. Uspokojivé ale je, že většina respondentů ví o nevhodnosti palmového tuku a hodnotí ho těmi nejhoršími známkami. Je to ale možná víceméně dáno spíše negativní kampaní ekologických aktivistů, než povědomím o spektru mastných kyselin. Palmový olej je také jedním z nejrizikovějších tuků, co se týče právě vzniku endogenních kontaminantů.

Ohledně procesních kontaminantů stále nejspíše neproběhla dostatečná osvěta. Z průzkumu vyplývá, že dotázaní mají větší obavy z tzv. „éček“, neboli přídavných látek do potravin, než z látek vznikajících při tepelných úpravách potravin. Obecně se veřejnost často nedostatečně zabývá skutečnými výživovými problémy a naopak se vyhýbá některým látkám, které jsou přitom prokazatelně bezpečné. K podobným závěrům došli i autoři Brát a Dostálová (2012). Přes 85 % lidí přitom udává, že ví, kde získat informace o výskytu nebezpečných látek v potravinách.

9. Závěr

Tato práce se zabývala takzvanými procesními kontaminanty, a jak již název napovídá, jejich vznikem, výskytem v potravinách a negativními účinky na lidský organismus. Jde o nebezpečné a zatím nedostatečně prozkoumané látky, které vznikají v potravinách a nápojích při některých tepelných úpravách nejen v domácnostech, ale i při průmyslovém zpracování. Lidstvo svou potravu tepelně upravuje již odnepaměti a klady kulinářských úprav jsou nesporné, ať už jde o senzorickou stránku, lepší stravitelnost pokrmů nebo jejich hygienickou bezpečnost. Až v posledních desetiletích jsme však schopni také rozlišovat i rizika, která s sebou tyto úpravy přinášejí.

Cílem praktické části bylo zjistit, jak moc je veřejnost vystavena riziku způsobenému nevhodnými tepelnými úpravami potravin, a zároveň, jak si je tohoto rizika vědoma a přijímá ho. Nelze se ale na toto nebezpečí dívat jen jako na riziko plynoucí z procesních kontaminantů. Tepelné úpravy typu smažení a grilování totiž vedou ve většině případů ke zvýšenému příjmu tuků (i skrytých), a to vede k nadváze a obezitě, která je jedním z největších problémů dnešní společnosti. Konzumace pokrmů upravených zdravějšími způsoby naopak vede k vyšší konzumaci lehčích a nízkokalorických jídel. Je třeba se na problematiku proto dívat komplexněji.

I když znalosti veřejnosti nejsou dokonalé, výsledky nás příjemně překvapily a považujeme znalost respondentů za dostatečnou. Je třeba však brát odpovědi s rezervou, protože většina dotázaných svůj způsob stravování hodnotila jistě kladněji, než tomu tak doopravdy je.

Je jisté, že otázka procesních kontaminantů v potravinách není ještě zdaleka uzavřena, a předpokládá se, že v budoucnu dojde ještě k dalším opatřením, která povedou ke snížení příjmu těchto látek populací.

Seznam zdrojů

Antinutriční látky. (n. d.). Dostupné online [3. 12. 2018]:

<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76561.aspx>

Brát, J. (2004). Transizomery mastných kyselin. *Výživa a potraviny*, 59(6), 144-146.

Brát, J., Dostálová, J. (2012). Správná volba potravin – „Vím, co jím“. *Výživa a potraviny*, 1, 12 – 14.

Ciesarová, Z. (2005). Minimalizácia obsahu akrylamidu v potravinách. *Chem. Listy*, 99, 483 – 491.

Cwiková, O. (2012). Akrylamid v potravinách. Dostupné online [2. 4. 2018]:

<http://www.chempoint.cz/akrylamid-v-potravinach>

Cwiková, O. (2014). Toxické účinky akrylamidu a jeho výskyt v potravinách. *Chemické listy*, 108, 205-210.

Dana, D., Saguy, S. (2001). Frying of Nutritious Foods: Obstacles and Feasibility. *Food Sci. Technol. Res.*, 7(4), 265–279.

Dobříková, E., Světlíková, A. (2007). Polycyklické aromatické uhlovodíky v potravinách. *Trendy v potravinářství*, 14(2).

Dostálová, J. (2008). *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů: Stručné informace pro pacienty*. Praha, ČR: Forsapi.

Dostálová, J. (2011). Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení. *Interní medicína pro praxi*, 13(9), 347–349.

Dostálová, J., Dlouhý, P., Tláškal P. (2012). Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. Dostupné online [17. 2. 2018]: <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>

Dostálová, J., Kadlec, P. et al. (2014). *Potravinářské zbožíznalství: Technologie potravin*. Ostrava, ČR: KEY Publishing.

Fire out of Africa: A key to the migration of prehistoric man. (2008). Dostupné online [15. 11. 2018]: https://www.eurekalert.org/pub_releases/2008-10/thuo-foo102608.php

FoodDrinkEurope updates industry-wide Acrylamide Toolbox. (2014). Dostupné online [6. 3. 2018]: <http://www.fooddrinkeurope.eu/publication/fooddrinkeurope-updates-industry-wide-acrylamide-toolbox/>

Furan. (2014). Dostupné online [14. 4. 2018]:
<http://orgsyn.org/demo.aspx?prep=cv1p0274>

Furan v potravinách – EFSA potvrzuje zdravotní rizika. (2017). Dostupné online [27. 2. 2018]: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/furan-v-potravinach-efsa-potvrzuje-zdravotni-rizika.aspx>

Hálová, K. (2009). Trans nenasycené mastné kyseliny ve výživě člověka. Dostupné online [21. 3. 2018]: <https://zdravi.euro.cz/clanek/sestra/trans-nenasycene-mastne-kyseliny-ve-vyzive-cloveka-429776>

Holoubek, I. (1996). *Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs) v prostředí*. Praha, ČR: Český ekologický ústav.

Choe, E., Min, D. B. (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal of Food Science*, 72(5), R77-R86.

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2014). Dostupné online [11. 2. 2018]:
<https://monographs.iarc.fr/ENG/Publications/internrep/14-002.pdf>

Jurkovičová, J., Štefániková, Z., Ševčíková, L. (2008). Význam tuků vo výživě člověka. *Život. Prostr.*, 42(4), 194 – 198.

Kadlec, P., Melzoch K., Voldřich, M. et al. (2012). *Přehled tradičních potravinářských výrob: Technologie potravin*. Ostrava, ČR: KEY Publishing.

Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. et al. (2009). *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: Technologie potravin*. Ostrava, ČR: KEY Publishing.

Kasper, H. (2015). *Výživa v medicíně a dietetika* (11. edice). Praha, ČR: Grada.

Komprda, T. (2009). Heterocyklické aromatické aminy: analýza alimentárního rizika. *Veterinářství*, 59, 39-43.

Křivánková, E. (2002). *Výrobní technologie: Technologie přípravy pokrmů pro restaurační, diferencované a dietní stravování*. Praha, ČR: Vysoká škola hotelová v Praze 8.

Kvasničková, A. (2010). Estery 3-MCPD v potravinách. Dostupné online [11. 2. 2018]:
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/estery-3-mcpd-v-potravinach.aspx>

List of Classifications, Volumes 1-120. (n. d.). Dostupné online [2. 12. 2018]:
http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php

3-MCPD a estery 3-MCPD v potravinách. (2005). Dostupné online [3. 1. 2018]:
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/3-mcpd-a-estery-3-mcpd-v-potravinach.aspx>

Modrá, H., Svobodová, Z., Šírká, Z., Blahová, J. (2014). *Toxikologie potravin – vybrané kapitoly*. Brno, ČR: Fakulta veterinární hygieny a ekologie.

Nikodemová, T. (2010). *Problematika vzniku, výskytu a toxicity procesních kontaminantů v potravinách* (Bakalářská práce, Mendelova univerzita, Brno, ČR). Dostupné online [15. 2. 2018]:
http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=31660;download_prace=1

Nitrosaminy. (n. d.). Dostupné online [20. 3. 2018]:
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76678.aspx>

Nursten, H. E. (2005). *The Maillard Reaction: Chemistry, Biochemistry and Implications*. Cambridge, England: Royal Society of Chemistry publishing.

Obšil, T., Pavlíček, Z. (1997). Glykace proteinů a fosfolipidů: Maillardova reakce in vivo. *Chemické listy*, 91, 558-569.

Pedreschi, F., Mariotti, M. S., Granby, K. (2013). Current issues in dietary acrylamide: formation, mitigation and risk assessment. *J Sci Food Agric*, 94, 9-20.

Pejšová, H. (2016). Technologie tuků (Prezentace). 1.LF UK. III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1. LF UK a VFN.

Pípek, P. (1998). *Technologie masa II.* (1. edice). Praha, ČR: Karmelitánské nakladatelství.

Polycyklické aromatické uhlovodíky. (n. d.). Dostupné online [18. 2. 2018]:
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76519.aspx>

Rahman, U., Sahar, A., Khan, M. I., Nadeem, M. (2014). Production of heterocyclic aromatic amines in meat: Chemistry, health risks and inhibition. *LWT - Food Science and Technology*. Dostupné online [26. 2. 2018]:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.005>

Revised safe intake for 3-MCPD in vegetable oils and food. (2018). Dostupné online:
<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180110>

Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. (2016). Dostupné online [11. 1. 2018]: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4426>

Risks for public health related to the presence of furan and methylfurans in food. (2017). Dostupné online [1. 2. 2018]:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.5005/full>

Sedláčková, H., Otoupal, P. (2009). *Technologie přípravy pokrmů 1.: Učebnice pro střední odborná učiliště a pro hotelové školy* (3. vydání). Praha: ČR: Fortuna.

Sedláčková, H., Potácel, J. (1992). *Výživa a příprava pokrmů I: Pro střední školy*. Praha, ČR: Fortuna.

Semla, M., Goc, Z., Martiniaková, M., Omelka, R., Formicki, G. (2017). Acrylamide: a Common Food Toxin Related to Physiological Functions and Health. *Physiol. Res*, 66, 205-217.

Schwartz, R. (2018). Understanding Acrylamide – Should We Be Concerned? Dostupné online [18. 4. 2018]: <https://owlcation.com/stem/Understanding-Acrylamide-Should-We-Be-Concerned>

Stratil, P., Kubáň, V. (2005). Exogenní karcinogeny v potravinách a karcinogeny vznikající při jejich technologickém zpracování. *Chem. Listy*, 99, 3 – 12.

Stručný komentář. (2017). Dostupné online [17. 2. 2018]:

<https://www.czso.cz/documents/10180/45565376/27013917kc.docx/99426a4b-47bf-4e34-9753-6254eee70354?version=1.0>

Svačina, Š. et al. (2008). *Klinická dietologie*. Praha, ČR: Grada.

Svoboda, Z., Mikulíková, R., Cwiková, O., Běláková, S., Benešová, K. (2015). Sledování obsahu akrylamidu ve vybraných potravinách. *Kvasny prum.*, 61, 7-8.

Šíma, P., Turek, B. (2012). Výživa a chronická onemocnění: Přispívají prozáněťové složky nutrice, konečné produkty neenzymatických reakcí, ke vzrůstu chronických onemocnění? *Vesmír*, 91.

Šindler, M. (2015). *Gastronomie a technologie přípravy pokrmů*. Brno, ČR: Masarykova univerzita.

Tomaniová, M., Kocourek, V., Hajšlová, J. (1997). Polycyklické aromatické uhlovodíky v potravinách. *Chem. Listy*, 91, 357-366.

Turek, B., Šíma, P., Bencko, V. (2014). Zdravotní aspekty tepelné úpravy potravin. *Hygiena*, 59(4), 184-189.

Turek, B., Šíma, P., Bencko, V. (2015). Rizikové látky v potravinách a možnosti prevence chronických nesdělných chorob z nutričně toxikologického hlediska. *Hygiena*, 60(1), 14-19.

Velecká, P. (2007). *Podceňovaný akrolein* (Bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati, Zlín, ČR). Dostupné online [14. 3. 2018]: <http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/3285>

Velíšek, J. (1999a). *Chemie potravin 1*. Tábor, ČR: Osis.

Velíšek, J. (1999c). *Chemie potravin 3*. Tábor, ČR: Osis.

Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009a). *Chemie potravin I*. (3. vydání). Tábor, ČR: Osis.

Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009b). *Chemie potravin II*. (3. vydání). Tábor, ČR: Osis.

Velíšek, J., Davídek, J., Hajšlová, J., Kubelka, V., Janíček, G., Mánková, B. (1978). Chlorohydrins in protein hydrolysates. *Z Lebensm Unter Forsch*, 167, 241–244.

Vranová, J., Ciesarová, Z. (2009). Furan in Food – a Review. *Czech J. Food Sci*, 27(1), 1–10.

Vrzal, T., Olšovská, J. (2016). N-nitrosaminy v 21. století. *Kvasny prum*, 62(1), 2–8.

Watson, D. H. (2001). *Food Chemical Safety*. Cambridge, England: Woodhead Publishing.

Zlatohlávek, L. (2016). *Klinická dietologie a výživa*. Praha, ČR: Current Media.

Seznam zkratek

AA = akrylamid
AGE = produkty pokročilé glykace
ALE = produkty pokročilé lipoxidace
AMK = aminokyselina
AOPP = produkty pokročilé oxidace proteinů
BaP = benzo[a]pyren
CIAA = Konfederace potravinářských a nápojových průmyslů EU
ČR = Česká republika
DAG = diacylglycerol
DNA = deoxyribonukleová kyselina
EFSA = Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EU = Evropská unie
FDA = Úřad pro kontrolu potravin a léčiv
HA= heterocyklické aminy
HDL = vysokodenzitní lipoprotein
IARC = Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
LDL= nízkodenzitní lipoprotein
MDA-lysin = malondialdehydlysin
MK = mastná kyselina
Obr. = obrázek
PAU = polycyklické aromatické uhlovodíky
Tab. = tabulka
TAG = triacylglycerol
TDI = tolerovaný denní příjem
TFA = trans-nenasycené mastné kyseliny
USA = Spojené státy americké
VŠCHT = Vysoká škola chemicko-technologická
3-MCPD = 3-monochlorpropan-1,2-diol
2-MCPD = 2-monochlorpropan-1,3-diol

Seznam grafů

- Graf č. 1: Rozdělení respondentů podle pohlaví
- Graf č. 2: Rozdělení respondentů do věkových kategorií
- Graf č. 3: Rozdělení respondentů podle nejvyššího dosaženého vzdělání
- Graf č. 4: Hodnocení respondentů, zda svůj způsob stravování hodnotí jako zdravý
- Graf č. 5: Frekvence konzumace zdravých typů pokrmů
- Graf č. 6: Frekvence konzumace nezdravých typů pokrmů
- Graf č. 7: Frekvence konzumace velmi nezdravých typů pokrmů
- Graf č. 8: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie do 26 let
- Graf č. 9: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie 27-39 let
- Graf č. 10: Frekvence konzumace rizikových potravin a pochutin – věková kategorie nad 40 let
- Graf č. 11: Znalost o změnách v potravinách během tepelné úpravy
- Graf č. 12: Znalost výrazů akrylamid, furan, monochlorpropandiol
- Graf č. 13: Frekvence podávání pokrmů upravených zdravými způsoby dětem ve věku 3-15 let
- Graf č. 14: Frekvence podávání pokrmů upravených nezdravými způsoby dětem ve věku 3-15 let
- Graf č. 15: Zájem veřejnosti o složení výrobků, které si kupuje
- Graf č. 16: Bodové hodnocení tuků podle škodlivosti pro organismus. Hodnocení pomocí stupnice školního známkování
- Graf č. 17: Procentuální zastoupení preference tuku pro smažení
- Graf č. 18: Procentuální zastoupení odpovědí „ano“ na otázku, zda respondenti považují uvedené látky za nebezpečné
- Graf č. 19: Znalost respondentů, kde získat informace o výskytu nebezpečných látek v potravinách

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Obsah lipidů v některých potravinách

Tabulka č. 2: Obsah proteinů v některých potravinách živočišného původu

Tabulka č. 3: Obsah proteinů v některých potravinách rostlinného původu

Tabulka č. 4: Obsah monosacharidů a dalších cukrů v ovoci (% v jedlém podílu)

Tabulka č. 5: Obsah hlavních sacharidů v zelenině (% v jedlém podílu)

Tabulka č. 6: Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích

Tabulka č. 7: Průměrné hodnoty PAU ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) v tepelně upravovaných potravinách

Tabulka č. 8: Typické expoziční dávky PAU pro člověka z různých zdrojů

Tabulka č. 9: Povolené limitní hodnoty PAU ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) v tepelně upravovaných potravinách

Tabulka č. 10: Změny koncentrace akrylamidu bramborových lupínků v závislosti na teplotě a době smažení

Tabulka č. 11: Obsah akrylamidu ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) v různých potravinách v letech 2007-2010

Tabulka č. 12: Hlavní zdroje AGE/ALE/AOPP

Tabulka č. 13: Preference při výběru z menu v restauraci nebo jídelně

Tabulka č. 14: Hodnocení olejů známkami

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Rozdíl struktur cis- a trans-mastných kyselin. Kyselina olejová a elaidová jsou uvedeny jako příklady C18-cis a C18-trans-mastné kyseliny

Obrázek č. 2: Vzorec benzo[a]pyrenu

Obrázek č. 3: Příspěvek různých druhů potravinových komodit k celkovému příjmu PAU dietou

Obrázek č. 4: Chemický vzorec akrylamidu

Obrázek č. 5: Chemický vzorec furanu

Obrázek č. 6: Schéma Maillardovy reakce

Příloha č. 1: Změna barvy karbanátku při různých tepelných úpravách

Table 1

^a Temperatures indicate the internal temperature reached inside the meat while cooking.
^b Temperatures indicate the temperature reached in the oven, not inside the meat while cooking.

Příloha č. 2: Dotazník

Vážení respondenti, jmenuji se Jana Valchová a jsem studentka oboru Nutriční terapie 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Jsem ve třetím ročníku a píši bakalářskou práci na téma potravin a jejich významu ve výživě. Tímto bych Vás chtěla poprosit o vyplnění krátkého dotazníku k praktické části své práce. Dotazník je zcela anonymní a údaje použiji pouze do své bakalářské práce. Moc děkuji za Váš čas a ochotu při jeho vyplňování. V případě dotazů ohledně bezpečnosti potravin prosím píše na moji emailovou adresu: ajira@email.cz.

Pokud není uvedeno jinak, zakroužkujte prosím pouze jednu odpověď.

1. Jaké je Vaše pohlaví? žena ☐ muž ☐
2. Kolik je Vám let? (Doplňte věk) _____
3. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?
 - a) základní
 - b) středoškolské s výučním listem
 - c) středoškolské s maturitou
 - d) vyšší odborná škola
 - e) vysoká škola
4. Označil/a byste Váš způsob stravování jako zdravý?
ANO ☐ NE ☐
5. Kolikrát týdně průměrně provádíte ve své domácnosti úpravy pokrmů následujícími způsoby?

a) smažení	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
b) pečení	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
c) grilování	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
d) restování	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
e) vaření	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
f) vaření na páře nebo dušení	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
6. Kolikrát týdně průměrně konzumujete pokrmy upravené následujícími způsoby?

g) smažené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
h) pečené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
i) grilované	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
j) vařené nebo dušené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
k) restované	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát
l) uzené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	vícekrát

7. Jaké typy pokrmů preferujete (co si raději dáte k obědu): v jídelně ve škole/v zaměstnání nebo restauraci? (možné zakroužkovat až tři odpovědi, číslujte známkami jako ve škole: 1 – nejlepší známka, nejlepší možnost, 5 – nejhorší známka, nejhorší možnost)

- a) Klasická česká kuchyně
- b) Smažené pokrmy, pokrmy s přílohou typu hranolky, krokety
- c) Maso se zeleninovou přílohou
- d) Sladké pokrmy
- e) Italská kuchyně a těstoviny
- f) Mexická kuchyně
- g) Orientální kuchyně
- h) Odlehčená jídla a saláty
- i) Rozhoduji se podle momentální chuti

8. Jak často průměrně konzumujete tyto potraviny nebo pochutiny? (T=týdně, M=měsíčně)

a) chipsy (balíček) denně	1xM a méně	1xT	2x-5x T	denně	vícekrát
b) hranolky (porce) denně	1xM a méně	1xT	2x-5x T	denně	vícekrát
c) sušenky (kus/balíček) denně	1xM a méně	1xT	2x-5x T	denně	vícekrát
d) káva (šálek) denně	1xM a méně	1xT	2x-5x T	denně	vícekrát

9. K čemu si myslíte, že převážně dochází tepelnou úpravou v potravinách?

- a) v potravině se nic nemění, co se týká jejich hodnoty
- b) hodnota potraviny se zvýší, vznikají v ní látky příznivě působící
- c) vznikají látky, které mohou poškozovat zdraví

10. Slyšel/a jste už někdy alespoň jeden z následujících výrazů: akrylamid, furan, monochlorpropandiol?

ANO x NE

11. Pokud máte děti, zařazoval/a jste do jejich jídelníčku v dětském věku (přibližně 3-15 let) následující potraviny? Pokud ano, kolikrát měsíčně? (Pokud děti nemáte, otázku přeskočte.)

a) vařené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát
b) dušené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát
c) grilované	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát
d) uzené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát
e) smažené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát
f) pečené	méně než 1x	1x	2x	3x	4x	5x	vícekrát

12. Zajímáte se o složení potravin z hlediska druhu obsaženého tuku, množství soli, aditivních látek?
- pravidelně čtu na etiketách složení
 - náhodně, občas si složení přečtu
 - nezajímám se, nikdy si složení nečtu
13. Které z těchto tuků jsou nejméně škodlivé pro Váš organismus z hlediska ochrany srdce a cév a výskytu aterosklerosy s jejími následky (infarkty, cévní mozkové příhody atd.) a které naopak nejvíce? (ohodnoťte každou odpověď známkou jako ve škole: 1 – nejlepší známka, nejlepší možnost, 5 – nejhorší známka, nejhorší možnost)
- rafinovaný olivový olej ____
 - extra panenský olivový olej (za studena lisovaný) ____
 - kokosový olej ____
 - řepkový olej ____
 - slunečnicový olej ____
 - palmový olej ____
 - sádlo ____
 - máslo ____
14. Který z těchto tuků používáte nejčastěji při přípravě jídla smažením?
- sádlo
 - slunečnicový olej
 - řepkový olej
 - olivový olej
15. Považujete nálezy těchto látek v potravinách za nebezpečné?
- Přidavné látky do potravin – aditiva = tzv. „éčka“ (např. konzervanty, barviva, antioxidanty, látky upravující chuť a aroma)
ANO x NE
 - přírodní toxiny (např. v zelených rajčatech a bramborech)
ANO x NE
 - rezidua pesticidů a veterinárních léčiv (zbytky postřikových látek a léčiv v potravinách)
ANO x NE
 - potraviny napadené plísněmi
ANO x NE
 - mikrobiální kontaminace (např. salmonella)
ANO x NE
 - látky vznikající pečením, grilováním, smažením, uzením
ANO x NE
16. Víte, kde získat informace o výskytu nebezpečných látek v potravinách?
- ano, vím
 - ne, nevím

[illegible]